



Carlos Manuel Domingos Gaspar

Pós-Graduado em Engenharia Sanitária

A Gestão de Ativos em Sistemas de Abastecimento de Água O Desafio da Manutenção em Angola

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente, Perfil Engenharia Sanitária

Orientadora: Prof. Doutora Leonor Miranda Monteiro Amaral,
Professora Auxiliar, FCT NOVA

Co-orientador: Prof. Doutor Lucrécio Alexandre Manuel da
Costa, Secretário de Estado para as Águas do
Governo de Angola

Júri:

Presidente e
Arguente :

Prof. Doutor Pedro Manuel da Hora Santos Coelho

Vogal:

Prof. Doutor António Pedro Macedo Coimbra Mano

Vogal:

Profª. Doutora Leonor Miranda Monteiro do Amaral

Junho de 2020



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



Carlos Manuel Domingos Gaspar

Pós-Graduado em Engenharia Sanitária

A Gestão de Ativos em Sistemas de Abastecimento de Água O Desafio da Manutenção em Angola

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente, Perfil Engenharia Sanitária

Orientadora: Prof. Doutora Leonor Miranda Monteiro Amaral,
Professora Auxiliar, FCT NOVA

Co-orientador: Prof. Doutor Lucrécio Alexandre Manuel da
Costa, Secretário de Estado para as Águas do
Governo de Angola

Júri:

Presidente e
Arguente : Prof. Doutor Pedro Manuel da Hora Santos Coelho

Vogal: Prof. Doutor António Pedro Macedo Coimbra Mano

Vogal: Profª. Doutora Leonor Miranda Monteiro do Amaral

Junho de 2020



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**A Gestão de Ativos em Sistemas de Abastecimento de Água -
O Desafio da Manutenção em Angola**

© Copyright, 2020, Carlos Manuel Domingos Gaspar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Todos os direitos reservados.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

“Aprende a usar o que tens e de nada mais precisarás”

Júlio Verne

Agradecimentos

À Professora Leonor Amaral, agradeço toda a orientação, dedicação e incentivo para a elaboração desta dissertação.

Ao Senhor Secretário de Estado para as Águas do Ministério de Energia e Águas de Angola, Professor Lucrécio Costa, agradeço a partilha da sua visão de um setor de águas de Angola capacitado para os grandes desafios e todo o apoio prestado.

À minha Família, por toda a força, inspiração e motivação transmitidas ao longo da vida e em particular durante a elaboração desta tese.

Aos Amigos, pela energia, carinho e pragmatismo omnipresentes.

À minha Companheira de Vida e de aventuras africanas, agradeço o sentido crítico, a objetividade e o rigor que introduziu nesta caminhada conjunta, que se revelou muito enriquecedora.

Resumo

Nas últimas décadas, tem-se assistido a um crescimento notável da Gestão de Ativos em Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) a nível mundial, apresentando esse desenvolvimento assimetrias significativas entre os países mais desenvolvidos e os restantes, ao nível das boas práticas de Operação e Manutenção. A cultura reinante nos SAA em África e em particular em Angola é a de que “avariou, então compra novo”, situação que urge alterar para rentabilizar os vultuosos investimentos realizados no Setor das Águas, no período pós-2002.

Neste trabalho aborda-se a problemática das boas práticas de Manutenção e a importância das estratégias para a implementação da Gestão de Ativos nas entidades gestoras de água em Angola, recentemente criadas e que estão na fase inicial da capacitação técnica e organizacional.

Aproveitando o conhecimento acumulado em países com bons resultados na Gestão de Ativos em SAA, procurar-se-á contribuir para a mudança de paradigma de simplesmente “reparar/desempanar” para gerir Ativos, aplicada aos casos de estudo de entidades gestoras: EPAS do Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul.

A abordagem a esta temática incluirá a utilização de inquéritos, baseados em metodologias de avaliação da maturidade das entidades gestoras ao nível da Manutenção no sentido de caracterizar a situação de referência desta área e apresentar propostas de melhoria ao nível estratégico, tático e operacional.

Dessa forma, pretende-se potenciar os contributos da Manutenção e da Gestão da Manutenção enquanto base para a Gestão de Ativos, adequada à consolidação do setor das águas de Angola e alinhada com os desafios da Agenda 2030.

Palavras-chave: Boas Práticas, Manutenção; Gestão de Ativos;
Entidades Gestoras de Água Provinciais, Agenda 2030;

Abstract

In the last decades, there has been a remarkable growth in Asset Management in Water Supply Systems (SAA) worldwide, with this development showing significant asymmetries between the most developed countries and the rest, in terms of good operating practices of Operation & Maintenance. The prevailing culture in SAA in Africa and in particular in Angola is that it “broke down, so buy new”, a situation that needs to be changed in order to profit from the huge investments made in the Water Sector in the post-2002 period.

This work addresses the issue of good Maintenance practices and the importance of strategies for the implementation of Asset Management in water management utilities in Angola, recently created and which are in the initial phase of technical and organizational strengthening.

Taking advantage of the knowledge accumulated in countries with good results in Asset Management in SAA, we will seek to contribute to the paradigm shift from simply “repairing / breaking down” to managing Assets, applied to the case studies of utilities: EPAS do Cuanza South, Lunda Norte and Lunda Sul.

The approach to this theme will include the use of surveys, based on methodologies for assessing the maturity of utilities in Maintenance in order to characterize the reference situation in this area and present proposals for improvement at the strategic, tactical and operational level.

In this way, it is intended to enhance the contributions of Maintenance and Maintenance Management as a basis for Asset Management, suitable for the consolidation of the Angolan water sector and aligned with the challenges of the 2030 Agenda.

Keywords: Good Practices, Maintenance; Asset Management; Provincial Water Utilities, Agenda 2030

Índice

1.	Introdução	1
1.1.	Enquadramento.....	1
1.2.	Objetivos	2
1.3.	Motivação	3
1.4.	Estrutura da Dissertação.....	4
2.	Revisão Bibliográfica	5
2.1.	A Governação da Água.....	5
2.1.1.	No Mundo.....	5
2.1.2.	Em África.....	7
2.1.3.	Em Angola.....	8
2.2.	Sistemas de Abastecimento de Água	12
2.2.1.	Introdução	12
2.2.2.	Caracterização Geral dos Sistemas de Abastecimento de Água	13
2.2.3.	Conceito de infraestrutura e de vida útil	14
2.2.4.	A Reabilitação de Sistemas de Abastecimento de Água.....	15
2.2.5.	Enquadramento estratégico do setor das águas em Portugal	16
2.2.6.	Notas breves sobre as diferenças nos SAA na Europa e na África Subsariana	17
2.3.	Manutenção	20
2.3.1.	Evolução histórica	20
2.3.2.	Definição de Manutenção	22
2.3.3.	Objetivos da Gestão da Manutenção.....	22
2.3.4.	Tipos de Manutenção.....	23
2.3.5.	Metodologias de apoio à gestão da manutenção	26
2.3.6.	Os Custos na Manutenção	31
2.3.7.	Indicadores de Desempenho	32
2.3.8.	Normas em Manutenção.....	34
2.3.9.	Software de Gestão de Manutenção	35
2.3.10.	Modelos de Maturidade.....	36
2.3.11.	A Manutenção e a Economia Circular	37
2.3.12.	A Manutenção e a Gestão de Ativos	37
2.4.	Gestão de Ativos.....	39
2.4.1.	Introdução	39
2.4.2.	Definições	40
2.4.3.	Ciclo de vida de um ativo.....	41
2.4.4.	As Normas ISO 55 000	42
2.4.5.	Sistema de Gestão de Ativos.....	43

2.4.6. A Gestão de Ativos e a Economia Circular	44
2.4.7. Os Estados de Maturidade da Gestão de Ativos	45
2.4.8. A Gestão Patrimonial de Infraestruturas.....	45
3. Metodologia	49
3.1. Introdução	49
3.2. Questionário	50
3.3. Modelo de Maturidade	50
3.4. Modelo Adaptado	54
4. Casos de Estudo	57
4.1. Introdução	57
4.2. Assistência Técnica às EPAS do Estágio 2.....	58
4.3. A AT nas EPAS do Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul.....	60
4.4. O SAA do Cuanza Sul.....	61
4.5. O SAA da Lunda Norte	63
4.6. O SAA da Lunda Sul	64
5. Resultados e Discussão	67
5.1. Questionários	67
5.2. Discussão dos resultados dos inquéritos.....	75
5.3. Modelo de Maturidade	77
6. Conclusões e Perspetivas de trabalho futuro.....	81
6.1. Trabalho desenvolvido	81
6.2. Perspetivas de trabalho futuro	82
7. Referências Bibliográficas	83
Anexos	88

Índice de Figuras

Figura 1: Paradigma da Manutenção nos SAA de Angola	4
Figura 2: Resultados do ODS 6	6
Figura 3: Trajetória dos países do mundo 2000-2016-Acesso à água versus PIB	9
Figura 4: Províncias de Angola com Contratos de Assistência Técnica	11
Figura 5: Cadeia de Valor do Setor de Águas	12
Figura 6: Sistema de Abastecimento de Água	13
Figura 7: Objetivos Operacionais definidos no PENSAAR 2020.....	17
Figura 8: Tipos de manutenção adaptado de NP EN 13306:2007	26
Figura 9: Iceberg dos custos de manutenção.....	32
Figura 10: Engenharia de Manutenção.....	38
Figura 11: Tipos de ativos segundo a PAS 55:2008	41
Figura 11: Ciclo de Vida de um Ativo	42
Figura 13: Economia Circular	44
Figura 14: Gestão Patrimonial de Infraestruturas: uma visão integrada	46
Figura 15: Os níveis de Planeamento em GPI	47
Figura 16: Abordagem de melhoria contínua PDCA	48
Figura 17: Províncias com Assistência Técnica de Estágio 2.	58
Figura 18: Estrutura de Assistências Técnicas à DNA/EPAS	58

Índice de tabelas

Tabela 1 - Vida Útil de Componentes de SAA.....	15
Tabela 2- Modelo de Maturidade de Manutenção adaptado para os SAA de Angola	55
Tabela 3 - Assistências Técnicas às EPAS (BAD)	59
Tabela 4 - Entregáveis de Manutenção e afins	59
Tabela 5 - Assistências Técnicas às EPAS de CS, LN e LS.....	60
Tabela 6 - Peritos da Assistência Técnica AT-2	61
Tabela 7- Resultados das questões Q1 e Q2 do questionário	68
Tabela 8 - Resultados das questões Q3 e Q4 do questionário	69
Tabela 9 - Resultados das questões Q5 e Q6 do questionário	70
Tabela 10 - Resultados das questões Q7 e Q8 do questionário	71
Tabela 11 - Resultados das questões Q9 e Q10 do questionário	72
Tabela 12 - Resultados das questões Q11 e Q12 do questionário	73
Tabela 13 - Matriz de avaliação do estado de maturidade	78

Abreviaturas e Acrónimos

AfDB	Banco Africano de Desenvolvimento
APMI	Associação Portuguesa de Manutenção Industrial
AT-2	Assistência Técnica nr.2
BSI	<i>British Standards Institution</i>
CBM	Manutenção Baseada na Condição
CDA	Centro de Distribuição de Água
CMMS	<i>Computerized Maintenance Mangement System</i>
CPLP	Comunidade dos Países de Língua Portuguesa
D	<i>Disponibilidade</i>
DNA	Direção Nacional de Águas
DPEA	Direção Provincial de Energia e Água
EPAS	Empresas Públicas de Água e Saneamento
EPASKS	Empresa Pública de Águas e Saneamento do Cuanza Sul
EPASLN	Empresa Pública de Águas e Saneamento da Lunda Norte
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
ETA	Estação de Tratamento de Água
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
FMI	Fundo Monetário Internacional
FTA	<i>Fault Tree Analysis</i>
GMAC	Gestão da Manutenção Assistida por Computador
GPI	Gestão Patrimonial de Infraestruturas
HCI	Índice de Capital Humano
IAM	<i>Institute of Asset Management</i>
ICD	Indicadores Chave de Desempenho
INE	Instituto Nacional de Estatística
INRH	Instituto Nacional de Recursos Hídricos
IRSEA	Instituto Regulador de Serviços de Eletricidade e Água e Saneamento de Águas Residuais
ISSUWSSSD	<i>Institutional Support for the Sustainability of Urban Water Supply and Sanitation Service Delivery)</i>
JICA	Agência Internacional de Cooperação Japonesa
JIT	<i>Just-in-time</i>
K2	Perito em Rede de Distribuição
K3	Perito em Produção de Água
K5	Perito em Manutenção Mecânica
K6	Perito em Manutenção Elétrica
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LCC	<i>Life Cycle Cost</i>
LCC	Linha de Crédito da China
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MEP	Ministério da Economia e do Planeamento
MINEA	Ministério da Energia e Águas
MINEC	Ministério da Economia

MoGeCA	Modelo de Gestão Comunitária da Água
MTBF	Tempo Médio Entre Avarias (<i>Mean Time Between Failures</i>)
MTTR	Tempo Médio Para Reparar (<i>Mean Time To Repair</i>)
O&M	Operação e Manutenção
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milénio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
OPEX	Operational Expenditures
PA	Pontos de Água
PAM	<i>PAS 55 Assessment Methodology</i>
PAS 55	<i>Publicly Available Specification 55</i>
PASEA	Plano de Ação Estratégico do Sector de Água (2018-2020)
PAT	Programa Água para Todos
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PDISA	Projecto de Desenvolvimento Institucional do Sector da Água
PdM	Manutenção Preditiva
PDN 2018-2022	Plano de Desenvolvimento Nacional
PENSAAR 2020	Nova Estratégia para o Setor de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais
PENSAAR II	Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013
PFA	Programa de Financiamento Ampliado
PIP	Programa de Investimento Público do Governo de Angola
PSA	Pequenos Sistemas de Abastecimento de Água
RASARP	Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal
RCFA	<i>Root Cause Failure Analysis</i>
RCM	Manutenção Centrada na Fiabilidade
RDC	República Democrática do Congo
RMDS19	Relatório das Metas do Desenvolvimento Sustentável
RZ1	Reservatório 1
RZ2	Reservatório 2
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAAM	Sistemas de Abastecimento de Água Municipais
SADC	Comunidade de Desenvolvimento da África Austral
SAM	<i>Self-Assessment Methodology</i>
SGA	Sistema de Gestão de Ativos
TA-4	<i>Technical Assistance nr. 4</i>
TBM	Manutenção Baseada no Tempo
TPM	Manutenção Produtiva Total
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
USD	<i>United States Dollar</i>
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
WB	<i>World Bank</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

1. Introdução

1.1. Enquadramento

A Declaração do Milénio e os Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM) adotados pela Assembleia Geral das Nações Unidas em setembro de 2000 terminaram em 2015. Assinados por 189 países, os ODM representaram um esforço global sem precedentes para alcançar oito objetivos de desenvolvimento (United Nations, 2000)

A adoção dos objetivos foi elogiada como um esforço louvável pelos esforços da comunidade internacional para erradicar a pobreza, acelerar o desenvolvimento humano, integrar o continente africano na economia global do século XXI e tornar a globalização mais benéfica para os povos da África. Contudo, os resultados obtidos com este compromisso global não foram suficientes para atingir os objetivos (United Nations, 2015a)

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável foi aprovada pela Assembleia Geral das Nações Unidas em setembro de 2015, entrou em vigor a 1 janeiro de 2016 e representou um novo compromisso de luta contra a pobreza e promoção de um modelo de desenvolvimento verdadeiramente sustentável e global, tendo sido subscrita pelos 193 países membros da ONU. Este compromisso à escala global incluiu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 medidas, que devem ser concretizados em todos os países do mundo para a erradicação da pobreza e da fome, abastecimento de água potável e saneamento, em condições de trabalho digno e crescimento económico, da redução das desigualdades à educação de qualidade, das energias renováveis à ação climática. Assim, esta Agenda reflete uma abordagem mais coerente entre as 3 dimensões do Desenvolvimento Sustentável: Ambiental, Social e Económico (United Nations, 2015b).

A importância da água e saneamento é inquestionável para o desenvolvimento humano à escala global e com particular relevância no continente africano, exigindo fortes investimentos de infraestrutura hidráulica aos governos nacionais. É bem reconhecido que a fiabilidade dos serviços de infraestrutura hidráulica é um fator-chave que afeta a produtividade industrial, a eficiência e a competitividade. Dessa forma, o aprimoramento do abastecimento de água como serviço de infraestrutura contribuirá para o crescimento económico e a criação de empregos.

Os sistemas urbanos de água são a parte mais valiosa das infraestruturas públicas em todo o mundo, e os serviços públicos e os municípios são responsáveis pela sua gestão e expansão para as gerações atuais e futuras. As infraestruturas envelhecem e degradam-se inexoravelmente, enquanto a sociedade coloca exigências crescentes de níveis de serviço, gestão de riscos e sustentabilidade (Alegre & Covas, 2010).

A gestão de ativos para serviços de água é mais complexa do que para a maioria dos outros sectores devido ao número, variedade, idade, condição e localização dos ativos, a magnitude do investimento de ativos e a dificuldade de inspecionar e manter os bens enterrados. Esta complexidade é muitas vezes agravada pela falta de financiamento, informação e competências

que podem impedir a aquisição, comissionamento, manutenção, revisão e substituição de ativos no momento ideal (Banco Asiático de Desenvolvimento, 2014).

Gerir ativos é cada vez mais exigente, o que exige que as organizações conheçam e apliquem metodologias e procedimentos para reduzir custos e aumentar os seus resultados. A manutenção representa uma grande percentagem dos custos operacionais dos sistemas de abastecimento de água (SAA) e constitui uma área fundamental para que as entidades gestoras cumpram os seus objetivos. Os departamentos de manutenção das empresas enfrentam vários problemas nos seus esforços para aprimorar os processos para proporcionar o máximo de tempo de atividade e disponibilidade do equipamento, conducentes a uma correta Gestão de Ativos.

Em Angola, o desenvolvimento do quadro institucional do setor das águas, iniciado com a aprovação da Lei de Águas em 2002, criou as bases jurídicas, institucionais e económico-financeiras do setor, assumindo ao longo dos anos, o Ministério da Energia e Águas (MINEA) a responsabilidade da definição de políticas, tendo como serviço executivo a Direção Nacional de Águas, responsável pelo abastecimento de água e saneamento a nível nacional, em articulação com as Empresas Públicas de Água e Saneamento (EPAS) nas dezoito províncias de Angola.

No sentido de melhorar a governança do setor das água de Angola, fortalecer a capacidade institucional e a eficiência nas instituições do setor de água e saneamento nos níveis central e provincial e melhorar o acesso à água e à sustentabilidade dos serviços de abastecimento e saneamento foi desenhado o Projeto de Apoio Institucional e Sustentável ao Abastecimento de Água Urbana e a Serviços de Saneamento (*Institutional Support for the Sustainability of Urban Water Supply and Sanitation Service Delivery*). O Projeto resultará no empoderamento das pessoas por meio do desenvolvimento de capacidade e criação de emprego diretamente entidades gestoras. O Projeto concentra-se em sete províncias de Angola, a saber: Cabinda, Cunene, Lunda Norte, Lunda Sul, Namibe, Bengo e Cuanza Sul (Banco Africano de Desenvolvimento, 2015).

1.2. Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo propor um modelo para a gestão da manutenção tendo em consideração o grau de maturidade da organização no âmbito da manutenção, de modo a orientar para a aplicação das técnicas de manutenção mais adequadas e, assim, promover a melhoria da gestão da manutenção das EPAS do Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul.

Pretende-se ainda preparar estas empresas para se capacitarem na área da Gestão de Ativos como fator determinante para a sustentabilidade das empresas, enquanto operadores de águas provinciais. Será potenciada a capacitação em Gestão da Manutenção como alavanca para a Gestão de Ativos, numa dimensão mais estratégica.

O modelo de gestão da manutenção visa identificar as etapas necessárias para uma gestão de elevado nível através da utilização e aplicação de conceitos e práticas mais adequadas ao perfil identificado.

De uma forma mais detalhada, com este trabalho pretende-se:

- I. Desenvolver e aplicar um questionário direcionado para a área de manutenção, com o objetivo de identificar as práticas de manutenção;
- II. Propor um modelo que identifique o grau de maturidade da área da manutenção de uma entidade gestora de serviços de águas, abrangendo todos os fatores relevantes na gestão da manutenção;
- III. Propor uma escala evolutiva que oriente na aplicação de metodologias ou práticas de gestão de manutenção mais apropriadas.

Em função dos resultados obtidos, poder-se-á equacionar estender este trabalho às EPAS das províncias do Bengo, Cabinda, Cunene e Namibe, que estão também a ser objeto de Assistências Técnicas financiadas pelo Banco Africano de Desenvolvimento, através do Projeto de Capacitação e Fortalecimento das EPAS na Gestão, Operação e Manutenção, no período de 2019-2022.

1.3. Motivação

A motivação pessoal para a elaboração da dissertação para obter o grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil de Engenharia Sanitária, cuja parte escolar foi realizada em 1997, está diretamente associada ao trabalho que tenho desenvolvido em África, desde 2012, no setor das águas, nomeadamente em projetos de infraestruturação financiados pelo Banco Africano de Desenvolvimento (AfDB) e a Agência de Cooperação Japonesa (JICA).

No período de 2012 a 2014, tive a oportunidade de participar nos projetos de infraestruturação no setor das águas no sul de Angola, nomeadamente nas províncias da Huíla, Benguela e Namibe. No período de 2015 a 2018, integrei a equipa de gestão do projeto da Dessalinização da ilha de Santiago, em Cabo Verde e desde final de 2018 integro a equipa de peritos internacionais que estão a prestar assistência técnica à DNA (Direção Nacional de Águas) de Angola.

Tendo acompanhado as diversas fases do ciclo de vida de vários Projetos no setor das águas (Análise de Viabilidade, Conceção, Construção, Comissionamento e Operação e Manutenção) em diversos países da Europa e África, considero que o desafio que se coloca a Angola nos próximos dez anos, alinhado com os objetivos da Agenda 2030, é o da gestão sustentável das infraestruturas construídas nos últimos quinze anos.

Atendendo ao estágio de maturidade do setor das águas de Angola, proponho na presente dissertação uma abordagem evolutiva para a mudança de paradigma da gestão das entidades gestoras de água em Angola, de acordo com a Figura 1.

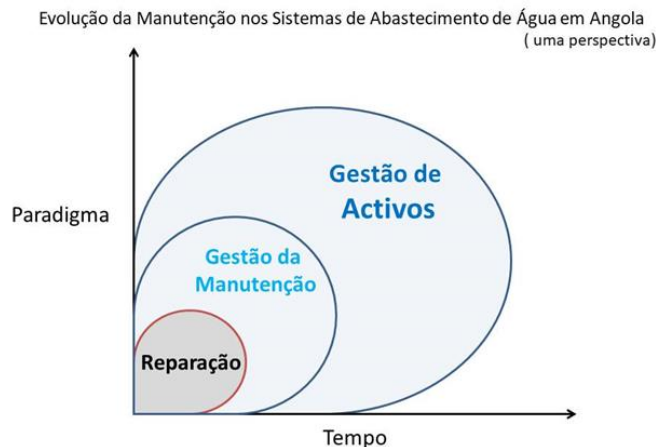


Figura 1: Paradigma da Manutenção nos SAA de Angola

1.4. Estrutura da Dissertação

O presente trabalho está organizado em sete capítulos:

O primeiro capítulo é introdutório, contendo um breve enquadramento da temática, a exposição dos principais objetivos do estudo e a apresentação da estrutura do documento.

O segundo capítulo inclui uma revisão bibliográfica, onde se encontram as informações mais relevantes, sustentadas pela bibliografia consultada, para o desenvolvimento da presente dissertação. Neste capítulo aborda-se a governação da água no mundo e em Angola, os sistemas de abastecimento de água, a gestão da manutenção e a gestão de ativos, e referem-se os principais constrangimentos que se colocam, em particular nas zonas rurais e periurbanas dos países em vias de desenvolvimento.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia, em que se apresenta a abordagem metodológica da dissertação.

O quarto capítulo consiste na apresentação dos Casos de Estudo: Empresas Públicas de Água e Saneamento do Cuanza Sul, da Lunda Norte e da Lunda Sul e são analisadas as informações obtidas através inspeções de campo e de entrevistas realizadas a um conjunto de intervenientes da área da Manutenção.

O quinto capítulo apresenta os resultados e a respetiva discussão dos questionários.

As perspetivas de trabalho futuro são apresentadas no capítulo seis.

Finalmente, no capítulo sete são listadas as referências consultadas para a realização da dissertação.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. A Governança da Água

2.1.1. No Mundo

É universalmente aceite, que a água potável e acessível para todos é uma parte essencial do mundo em que queremos viver e há água suficiente no planeta para conseguir isso. No entanto, devido a condições económicas ou a infraestruturas precárias, milhões de pessoas, incluindo crianças, morrem todos os anos de doenças associadas ao abastecimento inadequado de água, saneamento e higiene (WHO, UNICEF, 2019).

Em 2010, as Nações Unidas (ONU) declararam que a água potável e o saneamento são direitos humanos. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milénio da ONU neste período, focavam-se em reduzir para metade o número de pessoas que viviam sem acesso a serviços de água e saneamento melhorados até 2015 (Banco Mundial, 2019).

Assim, em 2015, os países adotaram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e os seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), numa histórica Assembleia das Nações Unidas em 25 de Setembro de 2015 (United Nations, 2015b). Desde a sua criação em 2015, a Agenda 2030 forneceu um plano para a prosperidade partilhada num mundo sustentável, um mundo onde as pessoas podem viver vidas produtivas, vibrantes e pacíficas num planeta saudável (United Nations, 2019b)

Em 2016, o Acordo de Paris sobre mudanças climáticas entrou em vigor, vincando a necessidade de limitar o aumento das temperaturas globais. Desta forma, os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, foram adotados pelos líderes mundiais. Foi assumido que no período de 2015-2030, com a aplicação universal desses Objetivos, os países mobilizariam esforços para acabar com todas as formas de pobreza, combater as desigualdades e combater as mudanças climáticas, garantindo, ao mesmo tempo, que “Ninguém Fique para Trás” [*Leave no one behind*]. Em 2017, cerca de 29% da população mundial estava sem água potável gerida com segurança e cerca de 61% sem acesso a um serviço de saneamento gerido com segurança (United Nations, 2019a).

Quando faltam apenas dez anos para 2030 é fundamental avaliar com objetividade se as ações desenvolvidas permitem alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Nesse sentido, o Relatório de Metas de Desenvolvimento Sustentável 2019 (United Nations, 2019b) fornece informações baseadas em evidências para responder a essa pergunta. O foco da análise, no âmbito do presente documento será o ODS 6 que visa Garantir a Disponibilidade e Gestão Sustentável da Água e Saneamento para Todos.

O relatório mostra que, embora tenham sido feitos avanços em algumas áreas, permanecem grandes desafios, como se pode observar na Figura 2. O Relatório das Metas do Desenvolvimento Sustentável (RMDS19) evidencia outra situação preocupante: o aumento da desigualdade entre continentes, entre países e dentro dos países. É possível registar que a pobreza, a fome e as doenças

continuam concentradas nos grupos mais pobres e vulneráveis. Mais de 90% das mortes infantis ocorrem em países de baixa e média renda. Três quartos de todas as crianças atrofiadas vivem no sul da Ásia e na África subsaariana. As pessoas que vivem em Estados frágeis têm duas vezes mais falta de saneamento básico e cerca de quatro vezes mais falta de serviços básicos de água potável, do que as pessoas em situações não frágeis. Mulheres e meninas desempenham uma parcela desproporcional do trabalho doméstico não remunerado, como por exemplo o “cartar água” – atividade que continua a persistir na África Subsariana, enquanto os sistemas de abastecimento convencionais não conseguem evitar a atividade de ir buscar água aos rios ou a chafarizes muito longe das suas casas. Aumentar o acesso a água potável, saneamento e higiene pode salvar milhões de vidas por ano e melhorar a frequência escolar.

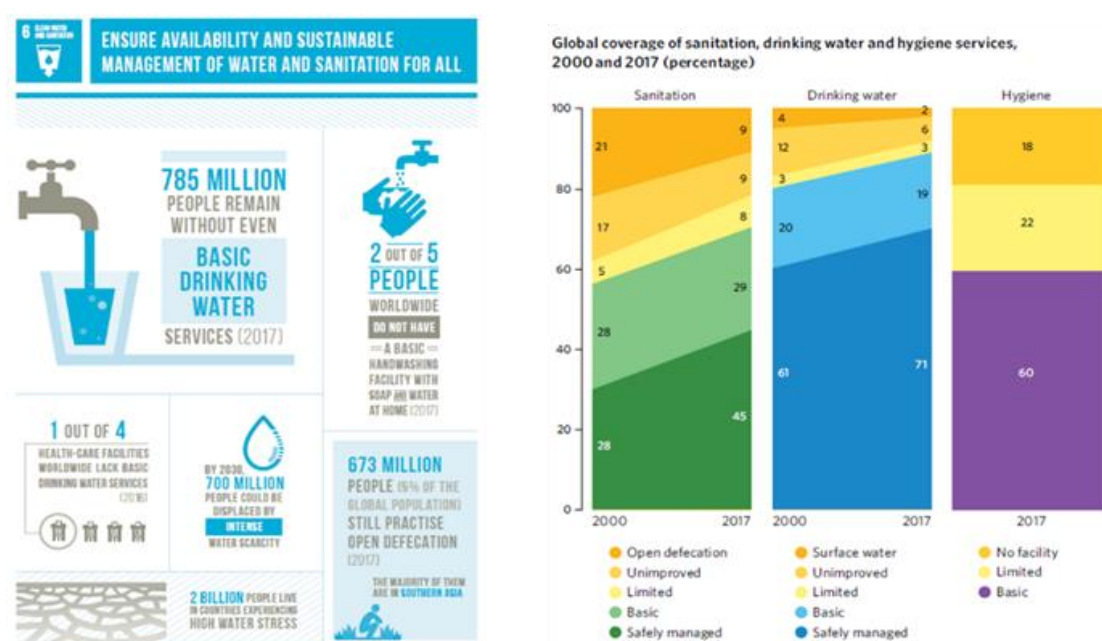


Figura 2: Resultados do ODS 6 (2017)

A escassez de água, a baixa qualidade da água e o saneamento inadequado impactam negativamente a segurança alimentar, as opções de subsistência e as oportunidades educacionais para famílias pobres em todo o mundo. Atualmente, mais de 2 mil milhões de pessoas vivem com o risco de acesso reduzido a recursos de água doce e, até 2050, pelo menos uma em cada quatro pessoas provavelmente viverá num país afetado por escassez crónica ou recorrente de água doce. A seca em alguns dos países mais pobres do mundo, agrava a fome e a desnutrição.

Para melhorar o acesso à água potável e ao saneamento, é necessário aumentar o investimento na gestão de ecossistemas de água doce e instalações de saneamento a nível local em vários países em desenvolvimento na África Subsaariana, Ásia Central, Sul da Ásia, Leste da Ásia e Sudeste da Ásia.

De acordo com o RMDS (United Nations, 2019b) o ODS 6 tem vindo a ser objeto de diversas ações de implementação e monitorização, cujo ponto de situação se apresenta de seguida:

Embora tenham sido feitos progressos substanciais no aumento do acesso à água potável e ao saneamento, mil milhões de pessoas, principalmente nas áreas rurais, ainda carecem desses serviços básicos. Apesar do progresso, é necessária uma ação acelerada para fornecer a milhares de milhões de

peças e água potável e o saneamento geridos com segurança, como se pode avaliar pela figura seguinte:

Entre 2000 e 2017, a proporção da população global que usou água potável gerida com segurança (que constitui o nível mais alto de serviço), aumentou de 61% a 71%. Apesar desse avanço, 785 milhões de pessoas ainda careciam de serviços básicos de água potável em 2017, em que três em cada cinco pessoas em todo o mundo tinham uma instalação básica de lavagem das mãos com sabão e água nas suas habitações. Globalmente, estima-se que 3 mil milhões de pessoas ainda não conseguem lavar as mãos adequadamente em casa, o que na atual situação de Pandemia gera uma preocupação acrescida. Os serviços básicos de água, saneamento e higiene são importantes não apenas nas casas, mas também nas áreas públicas onde as pessoas se reúnem. (United Nations, 2019b)

2.1.2. Em África

A União Africana, através da sua Agenda 2063, *A África que queremos*, materializa o plano de África para a transformar numa potência global. É o marco estratégico do continente que visa cumprir a sua meta de desenvolvimento inclusivo e sustentável e é uma manifestação concreta do impulso pan-africano pela unidade, autodeterminação, liberdade, progresso e prosperidade coletiva perseguidos no contexto do pan-africanismo e do renascimento africano. A Agenda 2063 é a manifestação concreta de como o continente pretende alcançar essa visão num período de 50 anos, de 2013 a 2063 e foi adotada a partir de Janeiro de 2015, priorizando o desenvolvimento social e económico inclusivo, a integração continental e regional, a governação democrática e a paz e segurança (União Africana, 2014).

É amplamente reconhecido que as atuais ameaças não podem ser tratadas com sucesso pelas abordagens convencionais na gestão de recursos hídricos nos níveis nacional e regional. Isso levaria a um futuro em que os recursos hídricos disponíveis se tornariam inadequados para apoiar, o desenvolvimento económico e o meio ambiente. A Visão da Água na África para 2025 foi pensada e desenhada para evitar as consequências desastrosas dessas ameaças e levar a um futuro em que todo o potencial dos recursos hídricos da África possa ser facilmente desencadeado para estimular e sustentar o crescimento no desenvolvimento económico e no bem-estar social da região (Banco Africano de Desenvolvimento, 2003).

A Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADC), foi fundada em 1992 e integra 15 estados soberanos (12 estados continentais e três estados insulares): Angola, República Democrática do Congo, Botsuana, Lesoto, Madagáscar, Malawi, Ilhas Maurícias, Moçambique, Namíbia, Seychelles, África do Sul, Suazilândia, Tanzânia, Zâmbia e Zimbábue. Em geral, a água é um recurso finito e escasso em muitas partes da região da África Austral. Enquanto numas regiões há abundância sazonal de água, noutras há *déficit* perpétuo. A chuva é generalizada na região noroeste que engloba a República Democrática do Congo (RDC) e escassa nas partes do Sudoeste que incluem a Namíbia e do Norte Província do Cabo Ocidental da África do Sul.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) visam alcançar acesso universal e equitativo a água potável e saneamento seguro e acessível para todos até 2030. Esses objetivos e metas são muito ambiciosos, principalmente porque a região não conseguiu cumprir os Objetivos de Desenvolvimento do

Milénio da água ou do saneamento. Entre 2000 e 2015, o acesso à água canalizada em África aumentou, mas a população urbana cresceu ainda mais rápido. Isso resultou na diminuição da percentagem de água canalizada como fonte primária de abastecimento de água, de 40% em 2000 para 33% em 2015. Uma das razões para a diminuição no acesso à água canalizada é o facto de muitas empresas de serviços públicos não conseguirem cobrir os custos de operação e manutenção (O&M). O desempenho das operadoras de águas em África é fraco, embora existam algumas exceções tendo sido registadas melhorias entre 2010 e 2013. Os custos de O&M são altamente variáveis em África, variando de menos de USD 0,23 por metro cúbico de água vendida a USD 2,07. (van den Berg & Danilenko, 2017)

2.1.3. Em Angola

Contexto político e económico

Angola é um país com uma taxa de crescimento demográfico elevada e rico em recursos, com uma população de aproximadamente 30 milhões de pessoas. Graças à sua riqueza em petróleo e minerais, Angola é a terceira maior economia da África Subsaariana. A sua população de 29,7 milhões (2017), cresce a uma taxa anual de 3,3%. Após o fim da guerra em 2002, a população rural, incluindo muitos dos mais pobres, migrou para as cidades em busca de maiores oportunidades económicas. Como resultado, a população urbana representa agora cerca de 65% da população total e cresce 4,5% ao ano, uma das taxas de urbanização mais rápidas do continente. Cerca de um quarto da população de Angola vive na capital Luanda (Banco Mundial, 2017)

A economia angolana vive momentos de grande pressão. O atual modelo de crescimento baseado na riqueza do petróleo está quase esgotado e não proporcionou crescimento inclusivo e prosperidade compartilhada. Além disso, a dependência excessiva do petróleo tornou o crescimento e a gestão macroeconómica altamente vulneráveis a choques externos. As perspetivas de preços continuamente baixos do petróleo e reservas potencialmente decrescentes de petróleo a longo prazo tornam ainda mais premente o apelo à diversificação e inclusão económica.

Em 2015, Angola ficou classificada no número 150 (de 188 países) em termos de Indicadores de Desenvolvimento Humano. O Índice de Capital Humano (HCI) está em 0,36 e apresenta comparadores de renda abaixo da média e da média da África Subsaariana em todos os níveis. Em 2016, cerca de 30% da população angolana permaneceu abaixo da linha de pobreza internacional (United Nations, 2019a) O investimento em capital humano, instituições eficazes e um ambiente de negócios favorável são críticos para a diversificação económica e a criação de empregos.

Angola está a implementar o Programa de Financiamento Ampliado (PFA) aprovado pelo Fundo Monetário Internacional (FMI), num valor de USD 3,7 mil milhões.

O desenvolvimento das infraestruturas de Angola continua atrasado em comparação com outros países com o mesmo perfil. O relatório de Competitividade Global de 2018 classifica Angola em 127º dos 140 países pela qualidade de sua infraestrutura (World Economic Forum, 2018). O acesso à água potável e ao saneamento é excecionalmente baixo, com Angola classificado no número 138º em 140 para a fiabilidade do abastecimento de água.

Os requisitos totais de investimento na infraestruturação de Angola, nos próximos 20 anos, incluindo energia, telecomunicações, transporte e água, são de aproximadamente USD 364 mil milhões. Com base nas tendências atuais de baixo investimento em infraestrutura em Angola, o *deficit* de investimento pode chegar a cerca de USD 97 mil milhões. As necessidades de investimento no setor de água no período 2018-2022 estão estimadas em USD 22 mil milhões. (Banco Mundial, 2017)

Visão geral do setor de águas de Angola

Os indicadores de serviços de abastecimento de água e saneamento de Angola estão num patamar muito baixo comparativamente com países com perfil semelhante. A infraestrutura de abastecimento de água e saneamento foi destruída durante a guerra e em 2001, apenas 27% da população tinha acesso a água potável melhorada (42% nas áreas urbanas). Desde então, apesar do *boom* do petróleo, a falta de investimentos adequados em reabilitação e expansão, juntamente com a perda de capacidades técnicas, operacionais e de manutenção e as rápidas tendências demográficas, resultaram num progresso muito lento no desenvolvimento de serviços (Banco Mundial, 2017), não tendo sido possível Angola cumprir as metas dos Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM) para água e saneamento em 2015. Os níveis de investimento inadequados, perda de capacidade técnica, de operação e manutenção e tendências demográficas rápidas são as principais causas para a falta de progresso, conforme se pode ver na

Figura 3, a qual representa o progresso de vários países no aumento do acesso ao abastecimento de água potável é acompanhado pelo crescimento do PIB no período 2000-2015.

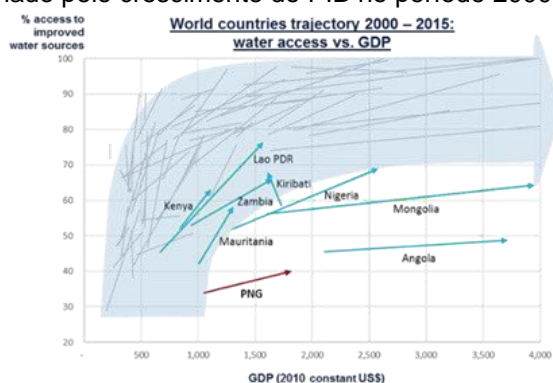


Figura 3: Trajetória dos países do mundo 2000-2016-Acesso à água versus PIB (WHO, UNICEF, 2017)

O Papel das Multilaterais

O Governo de Angola foi apoiado nos seus esforços para construir e reabilitar os sistemas de abastecimento de água e expandir o acesso a fontes de água melhoradas por várias agências bilaterais, nomeadamente Banco Mundial, Banco Africano de Desenvolvimento, Agência Francesa de Cooperação, entre outras. A China, em particular, tem sido fundamental no financiamento de investimentos feitos no âmbito do Programa de Investimento Público do Governo de Angola (PIP), com aproximadamente USD 734 milhões num período de 7 anos, na reabilitação e reconstrução da produção e tratamento de água, bem como na construção de poços protegidos para servir postos públicos em áreas periurbanas para alargar os serviços a áreas anteriormente não atendidas.

Enquadramento político e institucional

O desenvolvimento do quadro institucional do setor das águas, em Angola, inicia-se com a aprovação da Lei de Águas (Lei n.º 6/02, de 21 de Junho), que criou as bases jurídicas, institucionais e económico-financeiras do setor, assumindo ao longo dos anos, o Ministério da Energia e Águas (MINEA) a responsabilidade da definição de políticas, tendo como serviço executivo a Direção Nacional de Águas, responsável pelo abastecimento de água e saneamento a nível nacional, em articulação com as Empresas Públicas de Água e Saneamento (EPAS) nas dezoito províncias de Angola. Atualmente decorre a Revisão dos Quadros Legal e Institucional do Sector da Água em Angola (Banco Mundial, 2020)

O Governo de Angola iniciou, com o apoio do Projeto Institucional do Setor da Água (PDISA I), apoiado pelo Banco Mundial, a separação das funções de política, regulamentação e prestação de serviços necessárias para promover a prestação equitativa de serviços e a sustentabilidade dos investimentos, incluindo o estabelecimento em 2016, do organismo de regulação para o abastecimento de água dentro do órgão regulador nacional de eletricidade, designado por Instituto Regulador de Serviços de Eletricidade e Água e Saneamento de Águas Residuais (IRSEA).

Com base na Visão 2025, o Plano de Desenvolvimento Nacional (PDN 2018-2022) e o Plano de Ação para o Setor de Água e Energia 2018-2022, foram identificados como uma prioridade essencial ao fortalecimento do abastecimento de água urbano, em particular nas capitais provinciais, com ênfase especial na expansão dos sistemas de água (MEP, 2018). Como forma de implementar de forma setorial o P 2018-2022, foi aprovado o Plano de Ação do Setor de Energia e Águas 2018- 2022. No quadro da execução do Plano de Ação Estratégico do Setor de Água (PASEA) apontaram para a criação dos principais órgãos e serviços no domínio do planeamento e gestão dos recursos hídricos, nacionais e compartilhados, da regulamentação, da empresarialização dos serviços de água e sua regulação económica.

Com o objetivo de melhorar o fornecimento de água urbana, entre 2013 e 2016, foram criadas dezasseis Empresas Públicas de Águas e Saneamento em quinze províncias de Angola (EPAS) como um primeiro passo no sentido de criar prestadores de serviços independentes. Atualmente estão criadas no país 17 empresas públicas de água e saneamento (EPAS), nomeadamente: Luanda (EPAL), Benguela, Lobito, Bengo, Bié, Cunene, Cuanza Norte, Cabinda, Huambo, Namibe, Malanje, Uíge, Moxico, Cuanza Sul, Lunda Norte, Lunda Sul e Huíla. As províncias do Cuando Cubango e Zaire ainda aguardam a autorização para a criação das Empresas Públicas de Águas e Saneamento.

No sentido de dotar as empresas com competências organizacionais e operacionais, o MINEA, através da DNA, desenvolveu uma estratégia de captação de financiamento das entidades multilaterais Banco Mundial e Banco Africano de Desenvolvimento, através de Programas de Capacitação e Gestão (PDISA) para seis das províncias e Programa de Capacitação e Sustentabilidade (BAD) para sete províncias.

O Projeto de Apoio Institucional e Sustentável ao Abastecimento de Água Urbana e a Serviços de Saneamento (*Institutional Support for the Sustainability of Urban Water Supply and Sanitation Service Delivery*) pretende melhorar a governança do setor de água, fortalecer a capacidade institucional e a eficiência nas instituições do setor de água e saneamento nos níveis central e provincial e melhorar o

acesso à água e à sustentabilidade dos serviços de abastecimento e saneamento. O Projeto resultará no empoderamento das pessoas por meio do desenvolvimento de capacidade e criação de emprego diretamente nas concessionárias. O Projeto concentra-se em sete províncias de Angola, a saber: Cabinda, Cunene, Lunda Norte, Lunda Sul, Namibe, Bengo e Cuanza Sul (Figura 4). (Banco Africano de Desenvolvimento, 2015)



Figura 4: Províncias de Angola com Contratos de Assistência Técnica

Contributo para o Diagnóstico do Setor da Águas

O PASEA 2018-2022, estabelece como prioridades para o setor das Águas, maximizar o acesso com qualidade, potenciando o acesso “universal” à água, garantindo a sua sustentabilidade através de uma melhoria da eficácia do setor, com a prática de tarifas e mecanismos associados que permitam a sua sustentabilidade financeira, garantindo a gestão do recurso hídrico de uma forma equilibrada. A estas prioridades juntam-se o desenvolvimento do saneamento, assim como a abertura à participação privada. Compete maioritariamente às Entidades Públicas Centrais, nomeadamente ao Ministério da Energia e Águas promover a concretização das medidas e ações e executar os projetos e investimentos necessários ao sucesso do Plano e a uma melhoria da eficiência e do serviço público prestado às populações.

Embora as recentes instituições do Setor da Água em Angola (concessionárias provinciais de água, o regulador da água (IRSEA) e o instituto de recursos hídricos) tenham sido criadas, elas ainda não são capazes de cumprir os seus mandatos de prestação de serviços, gestão e regulamentação. A consolidação das EPAS constitui o desafio institucional mais urgente para o setor, devido à sua responsabilidade pela prestação de serviços de água. Atualmente, as EPAS estão em estágios iniciais de desenvolvimento e profissionalização, operando nos últimos anos como departamentos provinciais com informações limitadas sobre os seus ativos e custos operacionais e fracos incentivos para monitorizar as operações, medir ou cobrar com precisão os serviços de água. (Banco Mundial, 2017)

Em 2016, no 6º Conselho Consultivo do MINEA, evento dedicado ao tema “Água e Energia-Desafios da Actualidade”, foram apresentados os principais constrangimentos enquadrados nas perspetivas do Setor das Águas no âmbito do Programa Nacional de Desenvolvimento, em que se destaca a “Deficiente capacidade de operação e enorme dificuldade de assegurar a manutenção preventiva dos sistemas”. No 9º conselho consultivo, realizado em 2019, no que concerne à Sustentabilidade dos sistemas de

abastecimento de água, foi apresentada nas conclusões deste evento a recomendação de uma Estratégia de Operação e Manutenção dos sistemas de abastecimento de água.

2.2. Sistemas de Abastecimento de Água

2.2.1. Introdução

Neste capítulo iremos apresentar de forma sumária os SAA em Portugal, com o respetivo enquadramento em termos de planeamento estratégico, uma vez que sendo Portugal e Angola membros da CPLP existe uma partilha natural de algumas abordagens, conceitos e metodologias que poderão ser potenciadas em termos de gestão de infraestruturas de abastecimento de água. Serão ainda mencionadas, de forma geral, algumas especificidades da África Subsaariana em termos de abastecimento de água, zona em que Angola se insere.

O ciclo urbano da água engloba todas as fases referidas para as atividades de abastecimento de água e saneamento de águas residuais, desde a captação da água bruta até à rejeição final da água residual no meio recetor, conforme Figura 5. Contudo, como o objetivo da presente dissertação é a Gestão de Ativos em Sistemas de Abastecimento de Água, os conteúdos dos capítulos seguintes não irão detalhar a área do Saneamento de Águas Residuais.

Os serviços do setor de águas e resíduos, reconhecidos como serviços públicos essenciais pela legislação nacional contribuem significativamente para o desenvolvimento económico e social do País, tanto pela capacidade de gerar atividade económica e de criar emprego e riqueza, como pela crescente melhoria que têm conferido às condições de vida da população, gerando externalidades económicas, sociais e ambientais noutros setores.

Segundo (Baptista, 2014) as atividades de abastecimento público de água às populações e de saneamento de águas residuais urbanas constituem serviços públicos de carácter estrutural, essenciais ao bem-estar geral, à saúde pública e à segurança coletiva das populações, às atividades económicas e à proteção do ambiente.

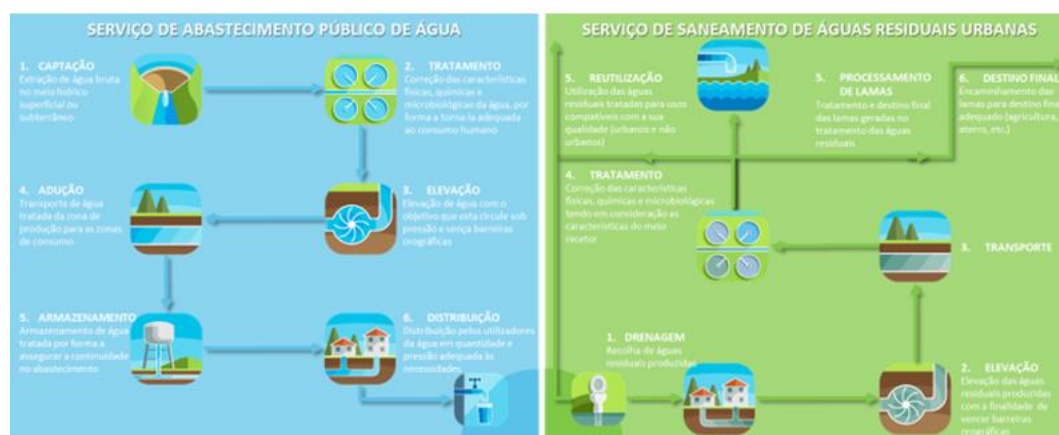


Figura 5: Cadeia de Valor do Setor de Águas (ERSAR, 2019)

2.2.2. Caracterização Geral dos Sistemas de Abastecimento de Água

Podemos definir um Sistema de Abastecimento de Água (SAA) como a combinação das infraestruturas, operações e tecnologias que permitem a retirada da água da natureza, preparação da sua qualidade, transporte e fornecimento aos aglomerados populacionais em quantidade compatível com as suas necessidades, em condições desejáveis de pressão, de caudal e cumprindo os requisitos de qualidade da água para consumo humano.

Um sistema de abastecimento de água pode definir-se como um conjunto de infraestruturas (equipamentos e instalações) responsáveis pela captação, tratamento, transporte, armazenamento e distribuição de água potável preparadas para assegurar o abastecimento de água às populações, tal como apresentado na Figura 6.

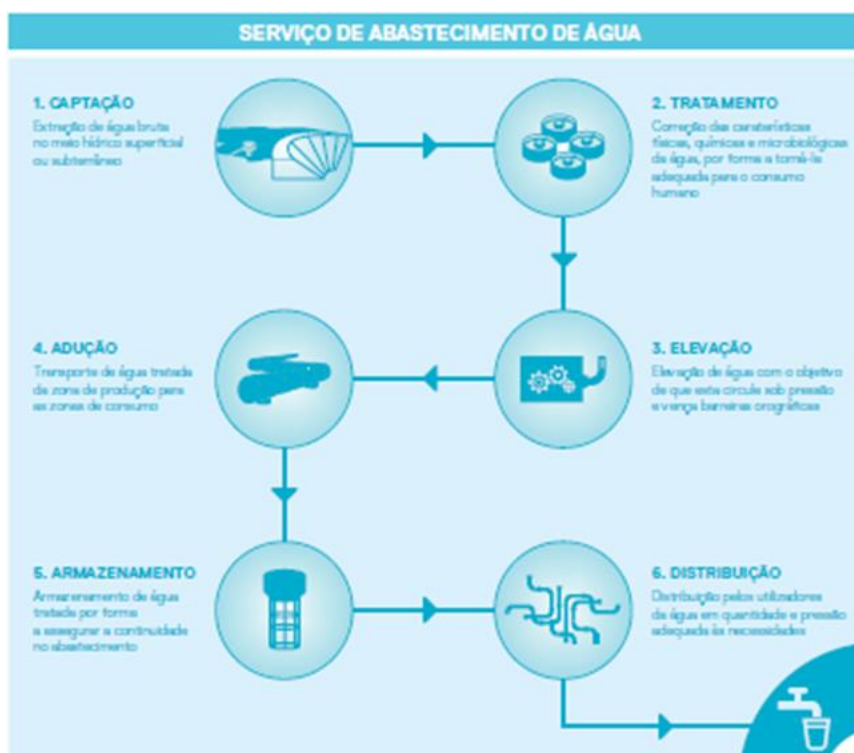


Figura 6: Sistema de Abastecimento de Água (ERSAR, 2013)

Poderemos, então, caracterizar um SAA em diversos subsistemas, nomeadamente:

- Captação- responsável por retirar, a partir de qualquer meio hídrico, superficial ou subterrâneo, água bruta com condições físicas, químicas e bacteriológicas aceitáveis;
- Tratamento- dimensionado e operado para corrigir as características físicas, químicas e bacteriológicas da água bruta, de maneira a tornar esta, compatível com as exigências definidas pela lei, de água para consumo humano;
- Elevação: tem como função transmitir energia à água, de maneira a que esta possa transpor desníveis topográficos, bem como circular a uma pressão conveniente, para que chegue a todos os pontos de consumo;

- Adução: sistema cuja função é transportar a água, das zonas de captação para as zonas de consumo (reservatórios);
- Armazenamento: sistema com função de manter volumes de água por períodos variáveis, principalmente para regularização dos caudais garantindo a continuidade de abastecimento;
- Distribuição: sistema responsável pela entrega da água própria para consumo em pressões e caudais convenientes ao utilizador final, através de redes de tubagens e acessórios.

A cada uma destas fases correspondem elementos, constituídos por obras de construção civil, equipamentos eletromecânicos, acessórios, instrumentação, automação e controle, tendo cada um deles, uma determinada função. De acordo com o Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Tratamento de Águas Residuais (INSAAR, 2011) os sistemas de abastecimento de água são compostos por:

- Captações de água (Superficiais e subterrâneas)
- Reservatórios
- Estações elevatórias
- Instalações de tratamento de água
- Adutoras
- Redes de distribuição de água

2.2.3. Conceito de infraestrutura e de vida útil

Segundo Alegre & Covas, (2010) entende-se por infraestrutura de adução e distribuição de água o sistema constituído pelo conjunto de componentes (ou de ativos fixos tangíveis), que assegura a prestação de um serviço público essencial, cuja continuidade é necessária garantir, devendo manter-se funcional enquanto se justificar o serviço a que se destina.

Desta forma, uma infraestrutura deverá ser mantida permanentemente em condições de operacionalidade adequadas à satisfação dos níveis de serviço pretendidos. Esta exigência impede, em geral, que a infraestrutura seja substituída na globalidade, de uma só vez. Deverá antes ser reabilitada progressivamente ao longo do tempo, com intervenções mais ou menos localizadas nos seus componentes, que não ponham em causa a continuidade de prestação do serviço e que garantam uma vida ilimitada à infraestrutura.

A avaliação das vidas úteis dos componentes apresenta alguma complexidade, uma vez que dependem do tipo e da natureza do componente, havendo diversos conceitos associados, que exigem clarificação, nomeadamente o de vida total, de vida útil técnica, de vida útil contabilística e de vida útil económica. Apresentam-se na Tabela 1 os valores indicativos médios de vidas úteis contabilísticas e técnicas para diferentes componentes, segundo a *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) (Alegre & Covas, 2010). De salientar que estas vidas úteis dos principais componentes, poderão ser muito afetadas pela qualidade de produção dos materiais, condições de transporte e armazenamento, forma de instalação, adequação às condições locais e ao uso e desempenho da operação e manutenção.

Tabela 1 - Vida Útil de Componentes de SAA

Tipo de componente	Vida útil (anos)		
	Contabilística (DR 25/2009)	Técnica (média em Portugal)	Técnica (recomendada pela USEPA)
Construção civil			
Edifícios e reservatórios	25-40	40-50	60-75
Condutas			
Ferro fundido dúctil e aço	25	40	60
Betão	20	60	60
Policloreto de vinilo (PVC)		50	60
Polietileno de alta densidade (PEAD)		45	60
Fibrocimento	16	30	60
Equipamento			
Grupos eletrobomba	8	20	35-40
Válvulas	8	15-20	30
Equipamento elétrico	8	15	35
Equipamento de controlo	8	15	25

Fonte: Guia Técnico 16 da ERSAR, adaptado de USEPA Asset Management Training Workshops 2006

2.2.4. A Reabilitação de Sistemas de Abastecimento de Água

Em Portugal, após uma fase de construção de infraestruturas de abastecimento de água com um impacto assinalável, iniciadas na última década do século XX e concluídas na primeira década do século XXI, assistiu-se a uma alteração de paradigma: da fase da construção massiva para a fase da exploração sustentável, com foco na eficiência de funcionamento e da qualidade do serviço.

Segundo Alegre & Covas, (2010) a reabilitação, enquanto abordagem integrada, é uma atividade relativamente recente no sector e no contexto nacional. A reabilitação pode definir-se como “qualquer intervenção física que prolongue a vida de um sistema existente ou melhore o seu desempenho estrutural, hidráulico ou de qualidade da água”. Pode associar-se a reabilitação de sistemas de abastecimento de água à necessidade de corrigir anomalias de natureza estrutural, hidráulica, de qualidade da água ou de operação e manutenção.

No sentido de harmonizar a terminologia e as definições, apresentam-se de seguida alguns conceitos que constituem a base da terminologia recomendada no âmbito da reabilitação de sistemas de abastecimento de água:

- Renovação –intervenção de reabilitação (estrutural, hidráulica ou de qualidade da água) sobre um componente do sistema existente, com o seu aproveitamento funcional e sem aumento da capacidade de utilização original.
- Reparação - intervenção pontual retificativa de uma anomalia localizada, podendo inserir-se ou não em ações de reabilitação.
- Substituição - intervenção de sobre um componente do sistema existente, com a sua desativação funcional e construção ou instalação de um novo componente, tendo este último funções e capacidade semelhantes ou distintas às do existente
- Reforço - intervenção de reabilitação hidráulica sobre um componente do sistema existente, com a construção de um componente adicional, que complementa a capacidade do componente existente ou constitui uma alternativa.

O processo de decisão sobre a opção de reabilitação motivada por anomalias estruturais está associado a uma deficiente condição física dos componentes e pode envolver ações de renovação ou de substituição. A reabilitação motivada por anomalias hidráulicas decorre da inadequação da capacidade hidráulica do sistema face às solicitações. A reabilitação motivada por anomalias de qualidade da água decorre da degradação excessiva da qualidade da água no sistema de adução e distribuição por deficiente condição física ou funcionamento dos componentes. Por último, a reabilitação motivada por anomalias de operação e manutenção decorre da necessidade de aumentar a eficiência destas atividades ou aumentar a fiabilidade do serviço (Alegre & Covas, 2010).

2.2.5. Enquadramento estratégico do setor das águas em Portugal

O setor das águas em Portugal, assistiu nas últimas décadas a uma evolução notável nos serviços públicos de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, mediante um planeamento adequado e uma execução eficaz dos elevados investimentos realizados. Em cada fim de ciclo colocam-se novos desafios para o setor que exigem uma gestão eficiente dos recursos.

Neste novo paradigma, foi desenvolvido um documento estruturante, o PENSAAR 2020 – Nova Estratégia para o Setor de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais, que constituiu o instrumento estratégico para o setor das águas em Portugal continental, para o período de 2014 a 2020, tendo sucedido ao Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013 (PEAASAR II) (Frade *et al.*, 2015).

O PENSAAR 2020 foi desenvolvido para ser implementado em quatro fases: Fase 1: Balanço do PEAASAR II e diagnóstico da situação atual; Fase 2: Visão, objetivos, indicadores, metas e cenários; Fase 3: Medidas, ações, investimentos e recursos financeiros, humanos e legais; Fase 4: Gestão, monitorização, atualização do plano e avaliação do seu desempenho”. Com base na avaliação do PEAASAR II e do diagnóstico da situação à data da elaboração do PENSAAR 2020, definiram-se cinco objetivos estratégicos para o setor, designados por Eixos, e 19 objetivos operacionais, de acordo com a Figura 7.

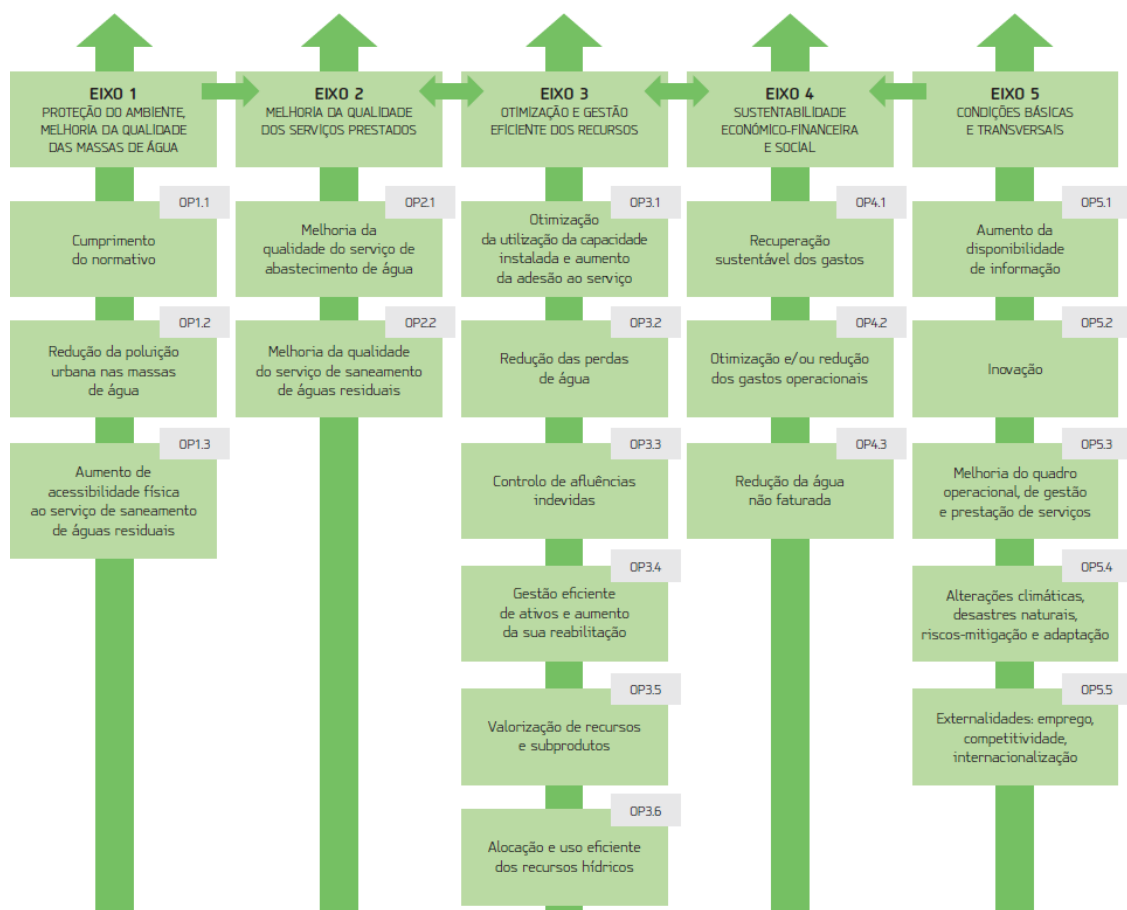


Figura 7: Objetivos Operacionais definidos no PENSAAR 2020

Relativamente à formulação estratégica do PENSAAR 2020, esta assentou mais na gestão dos ativos como pilar da estratégia e menos na opção de realização de infraestruturas para aumento da cobertura, focalizando-se assim mais na exploração eficiente e na qualidade dos serviços prestados numa perspetiva de sustentabilidade abrangente. Foram propostos para cada um dos objetivos operacionais, um conjunto de indicadores que permitiram avaliar o progresso do PENSAAR 2020. Assim, para cada indicador foram definidos valores de base e as respetivas metas que a atingir em 2020. A participação do Regulador é fundamental, nomeadamente na avaliação da qualidade do serviço, onde a ERSAR desempenha um papel importante na monitorização do PENSAAR 2020 (ERSAR, 2019).

2.2.6. Notas breves sobre os SAA na Europa e na África Subsaariana

Uma vez que o tema da presente dissertação apresenta casos de estudo de entidades gestoras de sistemas de abastecimento de águas de Angola, considerou-se relevante referir um conjunto de notas breves sobre as diferenças de tipologia dos sistemas europeus, no caso Portugal do século XXI com e os atuais sistemas da África subsaariana, na qual Angola se insere.

O abastecimento de água às populações mais pobres nas cidades da África Subsaariana é frequentemente realizado através de chafarizes como alternativa às ligações domiciliárias. Cinquenta e cinco por cento da população urbana sem ligações domiciliárias depende de chafarizes como sua primeira fonte de água. Outros fornecedores informais de água incluem revendedores domésticos e uma variedade

de caminhões-cisterna e vendedores, que são a primeira fonte de água da população urbana (Keener *et al.*, 2010).

Os preços da água no mercado informal são muito mais altos do que para famílias com ligações domiciliárias ou torneiras de quintal. Embora os chafarizes sejam fortemente subsidiados pelas empresas de serviços públicos, os preços cobrados pelos operadores de chafariz estão intimamente relacionados com o preço do revendedor informal de água. Os modelos de gestão de chafariz também afetam o preço informal da água. Por exemplo, a mudança da gestão de serviços públicos para modelos de gestão delegados sem regulamentação complementar ou informações do consumidor muitas vezes levou a quedas nos níveis de serviço e aumento de preços (Zuin *et al.*, 2011).

A elevada percentagem de abastecimento de água por chafarizes e por venda ambulante de água (caminhões-cisterna e moto-tanques) representa uma realidade consideravelmente diferente dos SAA da Europa do século XXI, podendo ser encontrado algum paralelismo nas zonas rurais do pós-guerra em alguns países europeus.

Água Rural

Uma das conclusões do Relatório dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) refere que 785 milhões de pessoas em 2017 permanecem sem acesso a serviços básicos de água e uma estimativa de 2 mil milhões sem acesso a serviços de água potável geridos com segurança, com a grande maioria a viver em áreas rurais (WHO, UNICEF, 2019).

O fracasso dos governos e parceiros de desenvolvimento em garantir o acesso sustentado ao abastecimento básico de água nas áreas rurais é, em grande parte, o resultado de investimentos inadequados para fornecer infraestruturas quando necessário. É também o resultado de uma falha em garantir que a infraestrutura, uma vez instalada, continue a fornecer efetivamente os serviços esperados ao longo do tempo (Wilderer, 2004).

A questão da sustentabilidade da prestação de serviços rurais não é nova e tem recebido ampla atenção desde a década de oitenta. Inicialmente, o foco para resolver esta situação estava no nível da comunidade, particularmente durante a fase de implementação de novos modelos (Harvey & Reed, 2007).

Desde os anos 2000, maior ênfase foi dado ao apoio pós-construção aos prestadores de serviços rurais, à profissionalização e diversificação de modelos de prestação de serviços, incluindo várias formas de envolvimento do setor privado. Com a crescente procura de níveis de serviço mais elevados, surge uma abordagem de entrega de serviços. Essa abordagem reconhece a importância de sistemas mais amplos de governança e o ambiente propício, aspetos da economia política, custos do ciclo de vida e o papel das instituições locais. Nesse contexto, tornou-se essencial entender melhor os fatores de sustentabilidade dos serviços de água rurais (Harvey, 2007).

Angola

O longo período de conflito armado vivido em Angola contribuiu, de forma muito intensa, para a degradação das condições de vida da população rural, bem como para a descaracterização das localidades, associados, a uma acentuada degradação física e operacional dos sistemas e pontos de abastecimento de água.

- **Água Para Todos**

O Programa Água para Todos (PAT) foi criado em julho de 2007, com o objetivo de assegurar o abastecimento de água a 80% da população rural de Angola, através da gestão do MINEA. O Programa teve uma fase inicial (fase piloto) que correspondeu essencialmente ao 2.º Semestre de 2007, em que foram alocadas verbas a quatro Governos Provinciais para a construção de infraestruturas de abastecimento em zonas rurais, sendo alargado às restantes províncias a partir de 2008. (MINEA, 2018)

A execução do PAT ao nível das Administrações Municipais pretendia atingir os seguintes objetivos (i) o poder de decisão e a capacidade de resposta mais próximos dos beneficiários; (ii) melhor destino/priorização dos investimentos e um (iii) maior empenho/responsabilização das Administrações Municipais ao nível da Operação e Manutenção (O&M) das infraestruturas, por contratarem e gerirem as empreitadas.

O Plano de Ação do PAT– (2018-2022) atualizou as medidas e o planeamento de acordo com a monitorização do Programa ao longo dos onze anos (2007-2017) e definiu novas metas para a construção e colocação em funcionamento de Pequenos Sistemas de Abastecimento de Água (PSA) e Pontos de Água (PA) no sentido de atingir os 80% de taxa de cobertura da população rural. De acordo com o 4.º Relatório Trimestral de 2019 do PAT, a taxa de população rural coberta é de 70,27%.

O PAT representou e representa um esforço assinalável para dotar Angola de sistemas de abastecimento de água nas zonas periurbanas, que representou a infraestruturização das comunidades com equipamentos eletromecânicos que, contudo, apresentam evidências de degradação precoce, provocando tempos de indisponibilidade dos sistemas por largos períodos de tempo.

- **Modelo de Gestão Comunitária da Água**

Em 2014, a DNA, com o apoio da UNICEF e da União Europeia, apresentou o Projecto MoGeCA (Modelo de Gestão Comunitária da Água), para ser implementado nas comunidades rurais das províncias de Angola. Trata-se de um modelo de gestão comunitária de água que privilegia na sua abordagem o envolvimento dos grupos locais na negociação, construção e gestão dos pontos de água, como elemento básico para promover o desenvolvimento local (DW, UE, MINEA, UNICEF, 2014).

A gestão comunitária, aqui entendida como sendo uma forma de cooperação entre a comunidade, o governo e empresas locais de águas, desenvolve-se num contexto particular no qual o Estado não tem a capacidade de desempenhar sozinho todas as funções de provisão de serviços básicos à população e, por isso, cada ator desempenha uma função específica complementar.

O MoGeCA pretendeu preencher uma lacuna sentida pela generalidade dos tomadores de decisões associados ao desafio da progressiva melhoria do abastecimento de água em Angola e baseou-se em quatro princípios fundamentais: (i) Gestão descentralizada ao nível mais baixo e apropriado; (ii) Participação comunitária; (iii) Recuperação de custos; (iv) Estabelecimento de parcerias.

Contando com a participação de diferentes atores chave: (i) Grupos de água e saneamento (GAS), que representam os utilizadores, agrupados em associações ou conselhos de consumidores; (ii) Brigadas municipais de energia e água (BMEA) e/ou empresas municipais de energia e água (EMEA); (iii) Administrações municipais e comunais; (iv) Direção Provincial de Energia e Água (ex-DPEA, atual Direção Provincial de Infraestruturas); (v) Direção Nacional de Águas (DNA); (vi) Parceiros externos como as ONG, agências das Nações Unidas e doadores.

O MoGeCa apresentou uma abordagem integrada para a gestão de pontos de abastecimento comunitário, que incluem Pontos de Água assentes numa fonte local (furo, poço, ou fonte protegida) e Pontos de abastecimento público ligado a uma rede mais vasta (chafarizes). O objetivo a ser atingido incluiu a promoção, a médio e longo prazos, da criação de capital social e estruturas locais que permitissem a participação da comunidade na resolução dos seus próprios problemas, independentemente dos atores externos de forma sustentável.

Com a sustentabilidade a ser entendida nas suas dimensões mais funcionais, ou seja, funcionar e ser usado; conseguir prover um nível apropriado de benefícios (qualidade, quantidade, conveniência, continuidade, acessibilidade financeira, eficiência, equidade, fiabilidade, saúde); manter-se durante um período longo de tempo; de gestão institucionalizada (gestão comunitária, enfoque de género, parcerias com autoridades locais) e com custos de operação, manutenção regular e administração cobertos ao nível local, com apoio externo limitado e viável (assistência técnica, reparação de avarias mais complexas, capacitação, monitoria, subsídios sustentáveis para a reposição).

A conceção do Modelo de gestão e operacionalização do abastecimento de água a sistemas rurais e periurbanos, apresentou um perfil muito prático de operação e manutenção de pequenos sistemas, assente num modelo de gestão alargada a vários atores e com uma forte contribuição de técnicos do género feminino. O MoGeCa, após a fase-piloto, entrou numa fase de *standby* na qual se encontra enquanto aguarda algumas definições para o Setor das Águas em Angola.

2.3. Manutenção

2.3.1. Evolução histórica

A manutenção tem estado presente ao longo da história da humanidade, desde os primórdios da mecanização e da industrialização. Daí que quando se fala de manutenção, se associa mais o conceito à manutenção industrial, contudo este conceito tem vindo a evoluir com o desenvolvimento dos diversos sistemas sociotécnicos.

Segundo Pinto (2002) a manutenção encontrava-se num estado embrionário até finais da década de 40, uma vez que nas empresas industriais apenas se reparavam ou substituíam equipamentos quando surgiam avarias. No início dos anos 50, inicia-se o seu desenvolvimento de uma forma progressiva

decorrente do aparecimento das grandes cadeias de produção, em que as paragens por avaria acarretam custos elevados para as empresas. Nas indústrias de processo, os custos de funcionamento agravam-se substancialmente quando não se consegue uma elevada disponibilidade dos equipamentos para produção. Nas décadas de 70 e 80, o desenvolvimento da organização e das técnicas de manutenção apoiadas com o desenvolvimento dos meios informáticos, contribuem para o aparecimento da manutenção preventiva condicionada. As novas técnicas passam a permitir a redução dos custos de manutenção, e o aumento da disponibilidade dos equipamentos, uma vez que na manutenção, já não se efetua a manutenção preventiva em intervalos de tempo previamente definidos, passando-se a efetuar uma manutenção preventiva condicionada ao estado real dos equipamentos (C. Pinto, 2002).

Segundo Moubray (1997) a evolução da manutenção pode ser dividida em três gerações distintas, onde cada geração corresponde a um período tecnológico de produção, resultando em novos conceitos, filosofias e atividades de manutenção.

A primeira geração estende-se até a Segunda Guerra Mundial, caracterizada por uma indústria altamente mecanizada, com sistemas simples e de capacidade superdimensionada, onde o desempenho não era um fator crucial, permitindo tempos inativos do sistema. Como consequência, as atividades de manutenção se resumiam a corretivas executadas após uma falha ou defeito e rotinas operacionais como atividades de limpeza, controle e lubrificação (Moubray, 1997).

O final dos anos 50, com o pós-guerra como ponto de partida para a segunda geração, foi marcado pela grande procura de produtos, serviços e pela escassez de mão-de-obra especializada. Isso acarretou uma mecanização ainda maior do processo de produção, que com a disseminação da linha de produção contínua, apresentava máquinas mais numerosas e complexas, aumentando os custos relacionados à manutenção.

É nesta geração que surge a ideia de antecipar a ocorrência de uma falha, através de revisões gerais com uma periodicidade determinada, surgindo o conceito de manutenção preventiva ou Manutenção Baseada no Tempo (TBM). Outra contribuição dessa geração foi o início de pesquisas científicas no desenvolvimento de técnicas de manutenção baseadas na disponibilidade e desempenho do equipamento, conhecida como Manutenção Baseada em Condições (CBM) ou manutenção preditiva.

A Terceira Geração ocorre a partir da década de 70, uma vez que, as técnicas de manutenção oriundas da primeira e segunda geração, se revelam pouco eficientes frente às novas exigências dos processos de produção, e da automação ocorrida nas indústrias. A utilização do sistema *"just-in-time"*, onde se trabalha sempre com o menor estoque possível, agravou as consequências que uma falha poderia causar sobre toda a produção. Nesta geração os sistemas começaram a ser projetados para trabalhar com uma maior precisão, sendo dimensionados nos limites operacionais, aumentando a importância da disponibilidade e confiabilidade, visando elevar o padrão de produtividade e de qualidade (Moubray, 1997).

2.3.2. Definição de Manutenção

Muitas definições de manutenção surgiram ao longo da história, acompanhando as evoluções industriais e a mudança dos paradigmas das sociedades, nomeadamente a alteração dos pesos relativos do setor primário (agricultura), secundário (indústria) e terciário (serviços).

A norma NP EN 13306:2007 define manutenção como a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida (Instituto Português da Qualidade, 2007).

Pode-se definir manutenção como o conjunto das ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas na oportunidade e com o alcance certos, por forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento, e no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, com um custo total otimizado (Cabral, 2004).

O conceito de manutenção e os seus objetivos podem igualmente ser definidos como a combinação de ações de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens para otimização do seu ciclo de vida. A função manutenção, é assim constituída por uma componente de gestão e por uma componente técnica, e será a dimensão da empresa que irá determinar as proporções relativas das mesmas (C. Pinto, 2002)

De forma a criar uma padronização relativamente aos termos de manutenção, analogamente ao que tem sido feito para outras áreas, foram realizadas um conjunto de normas de apoio a vários aspetos relevantes da manutenção. Assim destaca-se a norma NP 4483:2009 – Guia para a implementação do sistema de gestão da manutenção, a qual segue uma abordagem de PDCA, orientando-se para a melhoria contínua e que alinha as normas mais importantes em termos de Sistemas de Gestão, como um contributo significativo para esta temática (Instituto Português da Qualidade, 2009a).

De acordo com Moubray (1997) a manutenção é das ciências da gestão que mais tem sofrido alterações nos últimos 20 anos. Isto verifica-se pela evolução veloz da tecnologia, estruturas e também social. Um mundo cada vez mais ciente da efemeridade dos recursos e da necessidade de diminuição de desperdícios visualiza de uma forma mais clara os benefícios socioeconómicos e ambientais que traz a adoção de práticas sustentáveis.

É válido realçar que o conceito de manutenção tem evoluído ao longo dos tempos, assim como tem evoluído o que se deve entender, no seio de uma empresa, como função Manutenção.

2.3.3. Objetivos da Gestão da Manutenção

A Norma Portuguesa NP EN 13306:2007 define como objetivos da manutenção todas as metas estabelecidas e aprovadas de atividades de manutenção incluindo, por exemplo, a disponibilidade, os custos, a qualidade do produto, a preservação do ambiente e a segurança (Instituto Português da Qualidade, 2007).

Para Cabral (2004) os objetivos da manutenção industrial têm que estar alinhados com os objetivos globais da organização já que a manutenção afeta a rentabilidade do processo produtivo, tanto por via da sua influência no volume e na qualidade da produção, como do seu custo: por um lado, melhora o

desempenho e a disponibilidade do equipamento, por outro, acresce aos custos de funcionamento. O segredo, está em encontrar o ponto de equilíbrio entre benefício e custo, que maximize o contributo positivo da manutenção para a rentabilidade geral da empresa

Para concretizar os seus objetivos, a função manutenção vai dispor de um conjunto de meios humanos e materiais, com os quais irá atuar sobre os bens de acordo com uma determinada e pré-definida política de manutenção, de forma a otimizar os seus ciclos de vida. As intervenções de manutenção sobre os equipamentos, qualquer que seja a política de manutenção, incorporam uma componente elevada de mão-de-obra e uma componente de materiais de substituição, do que resultam dois aspetos diferenciados de gestão: a gestão de meios humanos e a gestão de meios materiais (C. Pinto, 2002).

Podem identificar-se os seguintes grandes tipos de manutenção: manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção de melhoria. O objetivo da gestão, é o de “conseguir, agregando estes tipos de manutenção nas proporções ideais, um padrão de desempenho a custo mínimo”, sendo que este custo não é apenas o custo da manutenção, no sentido contabilístico, mas sim o referido custo mais a soma dos custos indiretos e dos benefícios obtidos com as melhorias aplicadas. No entanto, este objetivo só pode ser procurado nos domínios da manutenção planeada onde a gestão pode efetivamente interferir. Na manutenção não planeada (corretiva), a gestão anda a reboque dos acontecimentos, que são aleatórios em vez de os determinar (Cabral, 2004).

Os objetivos da função manutenção devem igualmente ser quantificados, pois caso contrário, não serão mensuráveis e o seu controlo irá provavelmente carecer de objetividade (Cuignet, 2006)

A manutenção deve assim garantir a disponibilidade dos equipamentos e instalações (ativos), assegurando um processo de produção com fiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados.

2.3.4. Tipos de Manutenção

Podem considerar-se os diversos tipos de manutenção como políticas de manutenção, desde que a sua aplicação seja o resultado de uma definição de gestão ou política global de instalação, baseada em dados técnico-económicos.

Segundo a Norma Portuguesa NP EN 13306: 2007, existem dois tipos de manutenção: a manutenção preventiva e a manutenção corretiva (Instituto Português da Qualidade, 2007).

Segundo Cabral (2004) pode considerar-se que existem três grandes tipos de manutenção: manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção de melhoria.

Manutenção corretiva

Segundo a Norma NP EN 13306:2007 a manutenção corretiva é a “Manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar a função requerida” (Instituto Português da Qualidade, 2007)

A manutenção corretiva, também designada por curativa, destina-se a reparar avarias e maus funcionamentos dos equipamentos ocorridos em serviço. Assim, a manutenção corretiva é a manutenção

efetuada depois da deteção de uma avaria, e destina-se a repor o bem num estado em que possa realizar uma função requerida. A manutenção corretiva traduz-se assim em termos práticos, na realização das reparações e recondicionamentos necessários a compensar a deterioração e os desgastes ou perda de função dos equipamentos, materiais, ou seus elementos protetores, e pela tomada de decisões relativas aos investimentos necessários, seja para a sua reabilitação, seja para o seu abate e substituição por novo (Cabral, 2004).

Para Cuignet (2006) a manutenção curativa consiste em “eliminar os sintomas de uma avaria”, e que a manutenção corretiva consiste em “eliminar a causa profunda de uma avaria”. Para Pinto (2002), manutenção corretiva é a reparação de avarias quando elas ocorrem.

Segundo Assis (1997) a manutenção corretiva constitui o conjunto das ações empreendidas com o objetivo de repor um sistema avariado novamente em condições operacionais e ocorre após a constatação de uma anomalia num órgão, com o objetivo de restabelecer as condições que lhe permitam cumprir a sua missão”. Caso a anomalia se verifique de forma catastrófica, dizemos que sofreu uma avaria e a manutenção tem que intervir de emergência, se a anomalia se revelar de forma progressiva (por exemplo, um ruído crescente), a intervenção da manutenção pode ser planeada para o momento mais oportuno.

Manutenção corretiva é muitas vezes dominada por eventos não planeados, ou seja, falha funcional, mau funcionamento ou avaria de equipamentos. A manutenção corretiva é posta em prática quando as avarias surgem de forma súbita e imprevisível, ou quando deliberadamente se deixa o bem funcionar até à falha, sendo realizada a manutenção corretiva quando se verificar a paragem do equipamento.

Manutenção preventiva

A norma portuguesa NP EN 13306:2007 define manutenção preventiva como “Manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem”.

“A manutenção preventiva é efetuada em intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação de funcionamento de um bem”. Assim, “a manutenção preventiva é sob o ponto de vista de gestão, o objetivo da política de manutenção”. Por outro lado, a manutenção preventiva é “orientada no sentido de evitar a ocorrência de avarias e garantir o funcionamento seguro e eficiente do equipamento”. A manutenção preventiva é sempre uma manutenção planeada, sendo que pode subdividir-se em dois subtipos: a manutenção sistemática e manutenção condicionada (Cabral, 2006).

A manutenção preventiva refere-se a uma série de ações que são executadas num equipamento a partir de uma programação de atividades definidas, de modo a aumentar o ciclo de vida dos ativos e evitar atividades de manutenção não programadas através de planos de manutenção previamente delineados de modo a que possam ser postos em prática no momento mais oportuno. Este planeamento envolve uma preparação e programação da ação com base em dados obtidos dos equipamentos a manter.

Contrariamente à manutenção corretiva, em que as intervenções efetuadas são sempre executadas depois da avaria ocorrer as intervenções da manutenção preventiva são executadas antes da avaria ocorrer. Neste tipo de manutenção é comum considerar-se mais uma subdivisão, existindo assim dois tipos de manutenção preventiva: a sistemática e a condicionada.

Manutenção Preventiva Sistemática

Para Cabral (2004) a manutenção sistemática “é a manutenção preventiva executada a intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de funcionamento, sem controlo prévio do estado do bem”.

Segundo Pinto (2002) a manutenção preventiva sistemática é efetuada com periodicidade fixa, e a mesma depende de visitas ou inspeções periódicas a pontos críticos do equipamento, originando intervenções quando a inspeção o revele necessário.

Citando Assis (1997) “as intervenções sistemáticas se desencadeiam, com base no conhecimento da lei da degradação aplicável ao caso do componente particular e de um risco de falha assumido”.

Cuignet (2006) refere que a manutenção preventiva sistemática “consiste em efetuar a manutenção de um equipamento a intervalos regulares, de forma sistemática”.

Para o sucesso da aplicação da manutenção sistemática é fundamental conhecer o histórico de avarias a partir do qual se pode prever, com algum grau de confiança, quando as avarias poderão ocorrer. Estes dados permitem que as intervenções possam ser devidamente planeadas para serem efetuadas na altura ideal, tanto para a manutenção como para a produção. Em teoria, quem pratica este tipo de manutenção num nível avançado, só estará sujeito avarias de carácter extraordinário que possam surgir e em relação à qual não haja ainda dados que levem a uma rápida resolução do problema por falta de preparação prévia.

Manutenção Preventiva Condicionada

Segundo a NP EN 13306:2007, a manutenção condicionada consiste na “manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes” (Instituto Português da Qualidade, 2007).

Segundo Cabral (2006) a manutenção condicionada, surgiu nos anos 70-80 para se designar uma nova abordagem à manutenção preventiva, baseada no conhecimento do estado real das máquinas, a partir da implementação de um sistema de controlo da sua condição. Dessa forma a manutenção condicionada é a manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros relevantes para o seu funcionamento, decorrendo destes as ações desencadeadas sob o mesmo.

Para Cuignet (2006) a manutenção preventiva condicionada consiste em “efetuar a manutenção de um equipamento em função do estado real de certas condições de exploração”.

Segundo Pinto (2002) a manutenção preventiva condicionada é efetuada em função do estado do equipamento e do controlo do seu estado de funcionamento, feito em contínuo ou em verificações periódicas das suas variáveis de funcionamento (vibrações, temperaturas, estado do óleo de lubrificação, etc.), permitindo prever futuras ocorrências de avarias através de curvas de tendência dos parâmetros controlados.

Para Assis (1997) as intervenções por controlo de condição desencadeiam-se no fim da vida útil dos componentes, uma vez que é possível prever a ocorrência de avaria, medindo as tendências dos parâmetros que refletem a sua degradação através de técnicas de controlo de condição, como a análise de vibrações, de temperaturas, de contaminantes nos óleos, etc.

A Figura 8 mostra os diversos tipos de manutenção que atrás foram caracterizados e sua estrutura de relações.

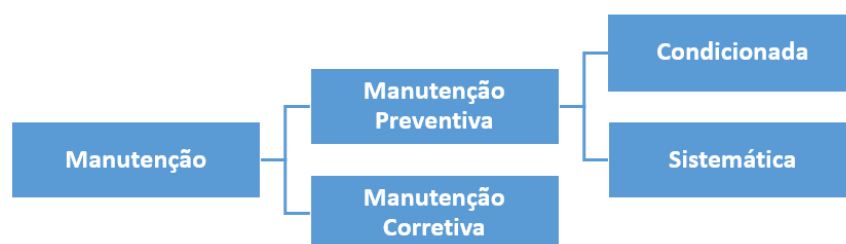


Figura 8: Tipos de manutenção adaptado de NP EN 13306:2007

Manutenção de Melhoria

Alguns autores apresentam o conceito da manutenção de melhoria apesar de não se encontrar definida na NP EN 13306:2007.

Para Cabral (2004) a manutenção de melhoria inclui as modificações ou alterações destinadas a melhorar o desempenho do equipamento, ajustá-lo a novas condições de funcionamento, melhorar ou reabilitar as suas características operacionais.

Segundo Pinto (2002) a manutenção de melhoria destina-se a reduzir ou eliminar necessidade de manutenção através da introdução de modificações que melhorem a fiabilidade e manutenibilidade dos equipamentos.

2.3.5. Metodologias de apoio à gestão da manutenção

Oliveira (2017) considera que várias ferramentas disponíveis e adotadas hoje em dia têm no nome a palavra Manutenção, contudo é importante observar que esses não são novos tipos de manutenção, mas metodologias que permitem a aplicação dos principais tipos de manutenção dos quais se destacam:

- Manutenção Produtiva Total (TPM) ou *Total Productive Maintenance*.
- Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM) ou *Reliability Centered Maintenance*.

- Manutenção Baseada na Condição (CBM) ou *Condition Based Maintenance*.
- *Lean Maintenance*.

As ferramentas citadas são descritas nas subsecções seguintes.

Manutenção Produtiva Total (TPM)

O modelo manutenção produtiva total, adaptado da língua inglesa *Total Productive Maintenance* (TPM), é um conceito introduzido no Japão em inícios da década de 70, decorrente da implantação da técnica produtiva *KanBan* numa empresa do grupo Toyota (Cabral, 2006).

Segundo Pinto (2002) o modelo baseia-se no conceito do ciclo de vida dos equipamentos (LCC- *Life Cycle Cost*), no qual se incluem os custos de aquisição, utilização, manutenção e abate, com o objetivo de maximização da disponibilidade dos equipamentos para produção através da meta “zero avarias”.

Na sua aplicação prática, o TPM consiste na manutenção conduzida com a participação de todos, desde os operadores das máquinas, ao pessoal da manutenção, até ao nível superior da gestão, passando pelos quadros intermédios (Cabral, 2006).

Para Cuignet (2006) a TPM é essencialmente um estado de espírito, em que todas as funções da empresa devem sentir que estão a participar nos desempenhos do processo de manutenção.

Cabral (2006) considera que para a implantação do TPM é necessário seguir oito pilares básicos:

- Melhorias individualizadas nas máquinas;
- Estruturação da manutenção autónoma;
- Estruturação da manutenção planeada;
- Formação para incremento das capacidades do operador e do técnico de manutenção;
- Controlo inicial do equipamento e produtos;
- Manutenção da qualidade;
- TPM nos escritórios;
- Higiene, segurança e controlo ambiental.

Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM)

A manutenção centrada na fiabilidade ou do inglês *Reliability Centered Maintenance* (RCM), foi inicialmente concebida e desenvolvida pela indústria aeronáutica americana, e a partir dos anos oitenta aplicada ao sector industrial (C. Pinto, 2002).

Manutenção centrada na fiabilidade segundo Cuignet (2006) “consiste em desenvolver, de forma lógica e estruturada, programas de manutenção programada a fim de obter níveis de fiabilidade muito elevados”.

Moubray (1997) defende que a RCM é um processo usado para determinar o que deve ser feito para assegurar que qualquer ativo físico continue a fazer o que seus utilizadores querem que ele faça no seu contexto operacional. A aplicação do RCM leva a uma compreensão mais precisa das funções dos ativos, que devem ser revistos de um ponto de vista científico, para identificar o as ações para continuar a desempenhar as funções pretendidas.

De acordo com Pinto (2002), o RCM tem como objetivo a otimização do binómio custo/eficácia da manutenção através de uma combinação dos fatores políticas e custos da manutenção que conduzam prioritariamente a elevados níveis de segurança do pessoal, instalações, proteção do meio ambiente, e simultaneamente, a uma adequada disponibilidade dos equipamentos para a função produção. O RCM propõe uma metodologia própria para determinar as políticas de manutenção, estabelecidas com base em critérios de fiabilidade que decorrem da análise sistemática das avarias, socorrendo-se de métodos como a análise das avarias e seus efeitos (FMEA). Esta metodologia identifica em primeiro lugar, as avarias críticas dos equipamentos e as suas consequências na segurança dos bens, das pessoas, do ambiente, da continuidade da produção, para então determinar qual a política de manutenção mais vantajosa a aplicar a cada equipamento, tendo em conta os riscos assumidos pelas consequências das avarias e os respetivos custos

Segundo Cabral (2006) a RCM é uma metodologia de trabalho destinada a escolher para cada equipamento, em função do seu grau de criticidade, a mistura ideal dos três grandes tipos de manutenção para conseguir os objetivos técnico- económicos da gestão.

Já para Assis (1997) a manutenção tradicional foca-se no "equipamento e prevenção das falhas", enquanto que a RCM se foca nas "funções do equipamento e prevenção das consequências das falhas". Ainda para este autor, a RCM foi inicialmente desenvolvida para a fase de projeto de um equipamento, de modo a que o fabricante pudesse desenvolver e recomendar aos utilizadores um programa inicial de manutenção, o mais equilibrado possível entre manutenção preventiva e corretiva.

Manutenção Baseada na Condição (CBM)

De acordo com Pinto (2002) a manutenção baseada na condição (CBM), também conhecida como Manutenção Preditiva (PdM), baseia-se em intervenções efetuadas tendo em conta a análise da condição do equipamento, através da monitorização de parâmetros de funcionamento dos sistemas, tais como temperatura, vibrações, pressão, ruídos, corrente elétrica, etc., de maneira a permitir prever futuras ocorrências de falhas através da análise de tendências ou comparação com valores- padrão do funcionamento do sistema.

Outra característica deste modelo é o facto da manutenção se poder realizar com o equipamento em funcionamento. Uma vez que a capacidade de acompanhamento da condição do equipamento é o ponto central da manutenção preditiva, esta pode classificar-se em manutenção preditiva em regime contínuo e manutenção preditiva em regime periódico.

Lean Maintenance

Segundo Pinto (2013) a Manutenção Lean (*Lean Centered Maintenance*) constitui uma operação proactiva que emprega atividades de manutenção planeadas através das práticas TPM, usando estratégias de manutenção centrada na fiabilidade (RCM, *reliability centered maintenance*) e recorrendo a equipas autónomas através do uso correto de sistemas informáticos de apoio à manutenção.

Com efeito, é suportada por um sistema descentralizado de gestão de materiais e peças de reserva que garantem o fornecimento *just in time* (JIT), apoiada num grupo de engenharia de fiabilidade que realiza análise de causas e efeitos (RCFA, *root cause failure analysis*) e análises de manutenção preditiva/condicionada.

Um programa de Manutenção *Lean* começa com a avaliação das práticas atuais de manutenção por meio de uma auditoria, onde a empresa poderá identificar as áreas onde é necessário intervir para que seja possível responder de forma eficaz aos pedidos dos clientes, reduzir lotes de fabrico e reduzir tempos de *setup*, além de ajudar a identificar lacunas de formação e competências nos colaboradores de manutenção, lacunas ao nível de equipamentos e ferramentas e a necessidade de alocar recursos de manutenção a áreas críticas do desempenho da empresa.

Do ponto de vista prático, embora o termo *Lean Maintenance* seja um termo novo, os seus princípios básicos seguem a filosofia do TPM (Manutenção Produtiva Total), onde a busca das melhores práticas das equipas de manutenção, a otimização dos processos de trabalho, a documentação estruturada de procedimentos, o uso adequado de indicadores de desempenho, a utilização inteligente dos recursos humanos e materiais, a contratação de serviços e a contínua capacitação dos colaboradores, são fatores fundamentais para o alcance da excelência técnica e operacional.

Técnicas e Ferramentas

Conforme Oliveira (2017) a aplicação de técnicas e ferramentas adequadas conduzirá às melhores práticas na Gestão da Manutenção. Alguma destas técnicas e ferramentas não são específicas da manutenção, sendo utilizadas em várias áreas e estão listadas a seguir:

- 5S;
- Análise dos Modos de Falha e Efeitos (FMEA-*Failure Mode and Effect Analysis*);
- Árvore de Falhas.

Os Cinco S (5S)

Segundo Cuignet (2006), o princípio dos “5S”, uma filosofia de organização de origem japonesa, responde às exigências de trabalhar num ambiente estimulante, de encontrar as ferramentas adequadas quando são necessárias, permitindo assegurar uma organização e qualidade perfeitas das intervenções.

Segundo Pinto (2013) o método 5S é uma das formas mais simples e eficazes que se conhece, pois apelam ao puro bom senso. Os 5S referem-se a um conjunto de práticas que procuram a redução

dos desperdícios e a melhoria do desempenho das pessoas e processos, através de uma abordagem simples que assenta na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho. São, ainda, uma forma simples, eficiente e económica de obter rápidos ganhos para a manutenção.

Seiri (sentido de organização): senso de utilização ou seleção. Tem por objetivo separar o útil do inútil, identificar coisas desnecessárias no posto de trabalho,

Seiton (sentido de arrumação): senso de ordenação, sistematização, layout funcional e prático e classificação. Tem por objetivo definir um local para cada coisa, verificar que cada coisa está no seu local, disponibilizar as de uso mais frequente, colocar etiquetas de identificação (ajudas visuais) nas coisas e no respetivo lugar onde estas devem ser mantidas; arrumar e ordenar aquilo que permaneceu no setor por ser considerado necessário.

Seiso (sentido de limpeza): estabelece como dividir o posto de trabalho e atribuir uma zona a cada elemento do grupo. Proceder à limpeza em cada zona do posto de trabalho, assim como da área envolvente; definir uma norma de limpeza para essa zona do posto de trabalho e zelar pelo mesmo.

Seiketsu (sentido de normalização): preconiza definir uma norma geral de arrumação e limpeza para o posto de trabalho, identificar as ajudas visuais e procedimentos, normas de arrumação e limpeza que resultem/functionem.

Shitsuke (sentido de autodisciplina): estabelece como praticar os princípios de organização, sistematização, limpeza, compromisso e disciplina.

Análise dos Modos de Falha e Efeitos

Cabral (2004) considera que é uma das técnicas usadas na análise de condição de falha, consistindo na análise detalhada das falhas dos componentes com ênfase na identificação das causas das falhas e na correção do projeto original para melhoria da fiabilidade. O autor enfatiza uma variante do FMEA, denominada FMECA - *Failure Mode, Effect and Criticality Analysis*, que enfoca a criticidade sob o ponto de vista estatístico.

Pinto (2013) define o FMEA como sendo uma técnica utilizada na identificação dos modos de falha de um sistema, produto ou processo para fornecer orientações para eliminação ou redução do risco relativo a essas falhas, tratando-se de uma abordagem indutiva e estruturada para identificar falhas e riscos associados às mesmas, uma ajuda para definir as prioridades para as ações que devem ser tomadas.

Árvore de Falhas

A Árvore de Falhas ou *Fault Tree Analysis* (FTA) é uma análise dedutiva, *top-down*, orientada para a resolução de falhas recorrendo à lógica booleana para combinar uma série de eventos. Recorre a uma simbologia própria que permite mapear os diferentes estados de um sistema e, assim, determinar a probabilidade de ocorrência de um dado evento, seja ele uma avaria funcional ou acidente. A Árvore de Falhas recorre a diagramas que representam a relação lógica entre falhas de componentes e subsistemas e a forma como se combinam para causar a falha do sistema. A falha do sistema é descrita por portas

lógicas relacionando-a com as falhas de componentes, mais conhecidos como eventos básicos. Depois de criado o diagrama (árvore), os dados relativos às falhas são atribuídos aos componentes. A análise é, então, executada para calcular a fiabilidade do sistema e identificar os seus componentes críticos (J. P. Pinto, 2013).

Segundo Assis (2004) a FTA é outra técnica usada na análise de condição de falha, baseada na construção de um fluxograma lógico onde se relacionam de modo sistemático todos os eventos que possam provocar ou concorrer para a falha de um órgão ou equipamento.

2.3.6. Os Custos na Manutenção

A identificação dos custos na manutenção é bastante relevante, pois estes definem e modelam as estratégias da organização no âmbito da manutenção. Durante muito tempo, a manutenção foi vista como um centro de custo, a abordagem atual permite-nos reavaliar esse conceito reclassificando a manutenção como um centro de resultados ao invés de despesas.

Segundo Pinto (2002) os custos da atividade de manutenção podem dividir-se em:

- custos diretos – decorrentes do funcionamento dos serviços de manutenção (mão- de-obra, materiais, serviços);
- custos indiretos – originados pelas perdas de produção e que sejam imputáveis à manutenção (paragens por avaria ou para intervenções de manutenção);
- custos de posse de stocks - materiais de consumo corrente e peças ou equipamentos de reserva específicos em armazém. Fazem parte deste último, os custos com taxas de juro do capital, os encargos de armazenagem, os seguros.

A temática dos custos de manutenção não é completamente direta. Isto porque, além de custos contabilísticos diretos há outros custos, nomeadamente os que advêm das consequências da manutenção ou da ausência desta.

Segundo Cuignet (2006), o conhecimento pormenorizado dos custos da manutenção é essencial. Estes custos também devem poder ser comparados com o capital investido ao longo do tempo nas instalações ou com o seu valor de substituição.

Os verdadeiros custos da manutenção, para Cabral (2006) e que exprimem realmente o seu desempenho, são os custos contabilísticos diretos mais os que têm em linha de conta as consequências da manutenção.

A analogia do iceberg dos verdadeiros custos de manutenção, apresentada na Figura 9 permite constatar que a ponta visível representa apenas os custos contabilísticos, sendo que a parte imersa representa todos os outros custos que não são tão facilmente quantificáveis, mas representam cerca de quatro vezes os custos contabilísticos



Figura 9: Iceberg dos custos de manutenção de Cabral (2006)

Apesar da importância dos custos, a função manutenção assume-se, cada vez mais, como uma área cuja justificação extravasa considerações de natureza exclusivamente económica, pela relevância de outros fatores como a segurança, a proteção do ambiente, a qualidade e a motivação pessoal no desempenho do indivíduo (Cabral, 2006).

2.3.7. Indicadores de Desempenho

A Norma Portuguesa NP EN 15341:2009 (Instituto Português da Qualidade, 2009b) define a forma de avaliar o desempenho da manutenção, ou seja, se a utilização dos recursos é feita de forma eficiente para manter ou repor um bem, proporcionando que às organizações recorram à utilização de indicadores de desempenho da manutenção, também denominados por KPI's (*Key Performance Indicators*).

Estes indicadores auxiliam na avaliação e na melhoria da eficácia e eficiência das organizações, de modo a que estas cumpram os níveis espectáveis quando praticadas as técnicas de manutenção nos bens imobilizados. A Norma apresenta o sistema de indicadores dividido em três grupos: indicadores económicos, técnicos e organizacionais (Instituto Português da Qualidade, 2009b) e devem ser utilizados para:

- Medir o estado;
- Estabelecer comparações (benchmarking interno e externo);
- Diagnosticar (análise de pontos fortes e fracos);
- Identificar objetivos e definir metas a alcançar;
- Planear ações de melhoria;
- Medir continuamente os resultados das modificações ao longo do tempo.

No entanto, Cabral (2006) defende que apesar de os resultados obtidos nem sempre corresponderem à realidade, os indicadores utilizados na manutenção fornecem informações importantes para compreender o comportamento de um bem, tal como: o ritmo a que ocorrem as avarias, os tempos

de reparação, a disponibilidade dos equipamentos, o esforço da organização na manutenção, o sucesso da política preventiva, entre outros.

As empresas devem possuir indicadores de desempenho que garantam a estabilidade e previsibilidade do processo de manutenção. Em geral, os indicadores são medidas ou dados numéricos estabelecidos sobre os processos que se querem controlar e, na manutenção, incluem geralmente Disponibilidade; tempo médio entre avarias (MTBF); tempo médio de reparação (MTTR); eficiência do equipamento (OEE); Custos; Perdas de produção relativas à manutenção; entre outros.

De seguida descrevem-se indicadores de utilização universal:

Tempo médio entre avarias

O tempo médio entre avarias ou do inglês *Mean Time Between Failures* (MTBF), exprime num determinado equipamento, o tempo médio de bom funcionamento, ou seja, o tempo que decorre, em média, entre duas avarias consecutivas, ou o tempo médio entre manutenções corretivas (Cabral, 2004)

Para um determinado período de tempo, o cálculo do MTBF será igual ao somatório dos tempos de funcionamento no período a dividir pelo número de avarias no período, ou seja:

$$MTBF = \sum TFi / Nav$$

TFi = tempos de funcionamento no período Nav = número de avarias no período

Tempo médio para reparar

O tempo médio de reparação, *Mean Time To Repair* (MTTR), representa o tempo médio necessário para reparar uma avaria, ou seja, a média dos tempos utilizados nas reparações no período em análise (Cabral, 2004)

Para um determinado período de tempo, o cálculo do MTTR será igual ao somatório de tempos utilizados nas reparações no período a dividir pelo número de avarias no período.

$$MTTR = \sum TRi / Nav$$

TRi = tempos utilizados nas reparações no período Nav = número de avarias no período

Disponibilidade

Disponibilidade é a “aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições determinadas, num dado instante ou durante um dado intervalo de tempo, assumindo que é assegurado o fornecimento dos necessários recursos externos” (Instituto Português da Qualidade, 2007).

Relativamente à disponibilidade, o respetivo indicador pode-se calcular da seguinte forma:

$$D = MTBF / (MTBF + MTTR)$$

D = Disponibilidade

MTBF = *Mean Time Between Failures* ou tempo médio entre avarias

MTTR = *Mean Time To Repair* ou tempo médio de reparação

2.3.8. Normas em Manutenção

As Normas são documentos técnicos que estabelecem regras, guias ou características de produtos ou serviços, baseiam-se em resultados comprovados, científicos, técnicos ou experimentais, resultam de um consenso e são aprovados por um organismo de normalização reconhecido.

No domínio da normalização, a manutenção tem desenvolvido as atividades através da CT94 (Comissão Técnica coordenada pelo ONS APMI – Organismo de Normalização Sectorial, Associação Portuguesa de Manutenção Industrial) para uniformizar terminologias, conceitos e formas de atuação, introduzindo normas europeias, que vêm, progressivamente, substituindo as normas e práticas que já existiam em diversos países.

Seguidamente faz-se referência às principais normas em manutenção.

NP EN 13306:2007 – Manutenção: Terminologia da manutenção

Documento que especifica “os termos genéricos em todos os tipos de manutenção e organização da manutenção, independentemente do tipo de bem considerado, à exceção das aplicações informáticas”.

NP EN 13460:2009 – Manutenção – Documentação para a Manutenção

A norma da documentação para a manutenção “descreve a lista dos documentos essenciais necessários à manutenção e os elementos de informação referidos para cada documento mencionado”.

Esta norma Portuguesa especifica as linhas de orientação gerais para: (i) A documentação técnica que deverá ser fornecida com um bem antes de este ser posto em serviço, de forma a apoiar na sua manutenção; (ii) A informação/documentação a ser estabelecida durante a fase operacional do bem, de forma a apoiar necessidades da manutenção.

NP EN 15341:2009 – Manutenção Indicadores de Desempenho da Manutenção

A norma referida descreve um sistema de gestão de indicadores para medir o desempenho da manutenção, avaliando a melhoria da eficiência e da eficácia como forma de apoiar a gestão a atingir os objetivos da manutenção.

Esta Norma Portuguesa descreve um sistema de gestão de indicadores (KPI) para medir o desempenho da manutenção, nas várias dimensões: económicos, técnicos e organizacionais.

NP EN 13269:2009 Norma com instruções para a preparação de contratos de manutenção

Pela necessidade de os contratos de manutenção serem geridos de forma regrada, norma pretende facilitar na definição dos resultados pretendidos com as atividades de manutenção. Pretende ser uma ferramenta à disposição das partes como guia para a elaboração de um contrato de manutenção, sem ter um carácter vinculativo.

NP EN 4483:2009 – Implementação de Sistemas de Gestão da Manutenção

Esta norma apresenta-se como guia para definir os requisitos de um Sistema eficaz de Gestão da Manutenção, permitindo que as organizações definam uma Política de Manutenção e alcancem os objetivos de desempenho dos seus processos.

2.3.9. Software de Gestão de Manutenção

De acordo com Pinto (2002) “a gestão da manutenção assistida por computador (GMAC) pode ser feita através da implementação de sistemas informáticos de uma forma autónoma e isolada dentro da empresa, ou de forma integrada com outros sistemas já existentes na empresa”.

Um software de Gestão da Manutenção, é uma ferramenta que tem vindo a evoluir e a expandir-se ao longo dos tempos. É comum encontrarmos este termo abreviado pelas iniciais GMAC (Gestão da Manutenção Assistida por Computador) ou CMMS (*Computerized Maintenance Mangement System*).

Para Cuignet (2006) a GMAC é atualmente incontornável para as organizações com ativos físicos. A oferta do mercado de software de manutenção é abundante, mas para o GMAC ser realmente eficaz deve ser mais do que um sistema informatizado de gestão das fichas de mão-de-obra, um sistema de acompanhamento dos desempenhos financeiros da manutenção.

Segundo Assis (2004) com o aumento da complexidade das unidades industriais moderna a gestão da manutenção é agora considerada um fator importante para a melhoria de desempenho da operação, segurança, aumento de disponibilidade, vida útil e redução de custo e, para isso, o uso de sistemas informatizados são essenciais.

Existem vários sistemas para a gestão de manutenção disponíveis no mercado, com uma vasta gama de alternativas, facilidades e complexidades. Na sua totalidade, oferecem muito mais recursos e/ou opções aos utilizadores do que aqueles que realmente eles necessitam.

Algumas estratégias adotadas para a gestão da manutenção podem fazer com que determinado aplicativo seja ineficaz, pois o mesmo pode estar totalmente subutilizado. Na fase de planeamento das atividades de manutenção define-se o âmbito e abrangência da sua utilização. Nesta etapa, os gestores deparam-se com a necessidade de oferecer os recursos a mais pessoas ou limitar o número devido às licenças de utilização e isso causa um forte impacto no custo final.

Em linhas gerais, um GMAC deverá dispor dos seguintes recursos, a fim de o tornar eficaz:

- Equipamentos/objetos de manutenção: codificação e registo, com uma ficha estruturada com as características técnicas; planos preventivos; correlação com sobressalentes utilizáveis.
- Materiais: codificação e organização dos materiais de manutenção, não só os de armazém como, também, todos os plausivelmente necessários para a manutenção; facilidade de pesquisa rápida e correlação com os equipamentos onde aplicáveis; resistência intrínseca ao crescimento do número de referências.
- Gestão e organização dos trabalhos: planeamento e gestão das ordens de trabalho de qualquer tipo, planeadas e não, com possibilidades de efetuar o planeamento e o relatório de

atividades, tempos (tempo de manutenção, tempo de reparação, tempos de indisponibilidade relacionados com a manutenção e com avarias), e esforço em horas homem, materiais aplicados e custos; renovação automática de ordens de trabalho sistemáticas, possibilidade de utilização do contador de calendário,

- Análises: computação dos indicadores expressivos das atividades de manutenção, os chamados ICD – Indicadores Chave de Desempenho/KPI, que permitam monitorizar a manutenção, tais como, números de avarias, indisponibilidades, reparações em função do total de intervenções. Taxa de avarias, rácios de esforço e custos, entre muitos possíveis;

O entendimento das atividades de manutenção em cada contexto organizacional, permite a escolha de um sistema de gestão informatizado mais adequado às necessidades da organização.

2.3.10. Modelos de Maturidade

A avaliação do estado de evolução das organizações, com base em Modelos de Maturidade tem sido abordada em vários segmentos do conhecimento e a implementação das suas conclusões tem contribuído para o alcance de melhores resultados nos processos de melhoria.

Para Oliveira (2017) genericamente, organizações maduras atingem os seus objetivos de qualidade, prazos e custos de forma consistente e eficiente, por outro lado as organizações menos maduras definem os objetivos, mas, frequentemente, não os atingem ficando aquém dos resultados desejados.

O termo maturidade é introduzido em vários segmentos do conhecimento, seja na gestão de projetos, nas dimensões qualitativas de uma organização ou nos procedimentos de modelação e desenvolvimento de sistemas. Contudo, todas elas entendem que o resultado será tanto melhor quanto mais alto for o nível de maturidade. A produção um modelo de maturidade que seja genérico e completamente rigoroso poderá ser extremamente difícil. exigindo compromissos para produzir uma ferramenta útil e utilizável. Os modelos de maturidade podem aplicar-se à qualidade, projetos de tecnologia da informação, gestão de pessoas e gestão da manutenção, entre outros (Oliveira, 2017).

Relativamente aos modelos de maturidade da gestão da manutenção Oliveira (2017) apresenta vários modelos, dos quais se destacam:

O modelo proposto por Cholasuke apresenta dez classes e três níveis de classificação, com as seguintes classes: Efetividade da manutenção; Desdobramento da política e Organização; Abordagem da manutenção; Planeamento e Programação de tarefas; Gestão da informação e CMMS; Subcontratação de atividades da manutenção; Melhoria contínua; Dimensões financeiras; Gestão de recursos humanos; Gestão de stocks.

O modelo proposto por Campbell e Reyes-Picknell, possui dez classes de avaliação e cinco níveis de classificação. As classes propostas são: Estratégia; Pessoas; Gestão das atividades; Gestão de materiais; Cuidados básicos; Gestão de desempenho; Sistemas de apoio; Fiabilidade dos ativos; Trabalho em equipa; Processos.

O modelo de maturidade baseado no padrão PAS 55 possui sete classes de avaliação e cinco níveis de classificação, e utiliza um questionário para a avaliação do nível de maturidade das organizações com base na resposta a 121 questões. O modelo proposto pela norma ISO 55001:2014 é uma adaptação do modelo desenvolvido pelo IAM (padrão PAS 55) que se concentra no grau de implementação da referida norma.

2.3.11. A Manutenção e a Economia Circular

A Economia Circular constitui um fator de extrema importância para as organizações que inevitavelmente se encontram inseridas num contexto de competitividade e inovação. É um conceito estratégico que assenta na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia, substituindo o conceito de fim-de-vida normalmente usado numa economia linear (Sobral & Ferreira, 2017).

A Economia Circular visa assim promover um modelo económico onde os sistemas de produção e o consumo se encontram articulados de uma forma organizada. É um processo dinâmico, onde os aspetos económicos e sociais se conjugam com as exigências técnicas e as atividades de Engenharia para se atingirem os objetivos propostos. Este conceito vai mais além das simples ações de gestão de resíduos e da reciclagem, sendo mais amplo e abrangente, e assentando em grande parte numa otimização e aproveitamento de todos os recursos disponíveis, tirando a máxima eficiência dos seus ciclos técnicos.

A Manutenção assume desta forma um papel preponderante no alcançar de grande parte dos objetivos de uma Economia Circular, sendo fundamental na fase de exploração dos ativos físicos, mas também tomando parte ativa noutras etapas, como por exemplo na fase de abate ou desmantelamento onde o círculo não se fecha, transformando resíduos em recursos. Palavras-chave usadas na explicação e definição de Economia Circular, como “reparar”, “reutilizar”, “manter” ou “prolongar”, mostram como a função Manutenção tem um papel ativo neste conceito estratégico.

É objetivo da função manutenção gerir a fiabilidade inerente dos sistemas e equipamentos, de acordo com os objetivos definidos em projeto, permite a sua utilização de acordo com as suas especificações e com riscos controlados para o utilizador, e como a Manutenção correta dos sistemas e equipamentos permite menores consumos de materiais e de energia, assim com permite normalmente prolongar a sua vida útil, a custos (OPEX) controlados.

A aplicação de técnicas de Manutenção como o da CBM como suporte a políticas de TPM e RCM sempre realizada numa perspetiva *Lean*, têm permitido melhorar o desempenho dos equipamentos, através de uma maior disponibilidade, evitando falhas com consequências graves.

2.3.12. A Manutenção e a Gestão de Ativos

Para acompanhar a mudança constante dos desafios conducentes ao Desenvolvimento Sustentável, é fundamental aumentar a capacidade de resposta perante as novas realidades e face às novas exigências. A função manutenção faz parte desse processo de gestão da mudança e assim,

tornar-se-á cada vez mais necessária a adoção de uma nova postura, por parte dos responsáveis de manutenção.

Gerir ativos é cada vez mais exigente, o que exige que as organizações conheçam e apliquem metodologias e procedimentos para reduzir custos e aumentar os seus resultados. Manter os ativos existentes num nível ótimo é um desafio, mas apesar de custar dinheiro para os manter operacionais, esse custo normalmente é inferior ao custo de substituição. A manutenção representa uma grande percentagem dos custos operacionais de uma organização e é uma área de maior ênfase para ajudar as indústrias a cumprir os seus objetivos. Os departamentos de manutenção das empresas enfrentam vários problemas nos seus esforços para aprimorar os processos para proporcionar o máximo de tempo de atividade e disponibilidade do equipamento.

Amaral (2016), é de opinião que os responsáveis de manutenção têm vindo a assumir a sua atividade de gestão de uma forma mais adequada, sendo cada vez menos “gestores de máquinas” e cada vez mais “gestores de ativos”. Segundo o mesmo autor, este tipo de atividade está concentrado numa importante função denominada engenharia de manutenção. Esta é uma função da manutenção vocacionada para a aplicação de práticas direcionadas para a otimização dos equipamentos, dos processos e orçamentos, de forma a alcançar níveis de classe mundial. Neste conceito, englobam-se as várias valências da manutenção, em que se pode encontrar a gestão de ativos (Figura 10)



Figura 10:Engenharia de Manutenção (Fonte: (Amaral, 2016))

A gestão de manutenção apresenta-se como um conceito maduro, com uma variedade de modelos e estruturas, fruto da sua longa história, por outro lado a gestão de ativos como conceito estruturante de gestão tem uma existência, relativamente, recente.

A gestão de ativos é um termo que foi definido recentemente para contemplar todas as atividades durante a vida de um ativo, desde a aquisição às operações, manutenção e desmantelamento, que será detalhado no próximo capítulo da Revisão Bibliográfica, enquadrado na visão que o autor da presente dissertação tem relativamente à mudança de paradigma da Manutenção e da Gestão de Ativos nos sistemas de abastecimento de água em Angola.

2.4. Gestão de Ativos

2.4.1. Introdução

No presente capítulo será apresentada a Gestão de Ativos Físicos como uma área estratégica para as empresas cujas atividades produtivas dependem de modo crítico dos seus ativos, sendo fundamental assegurar que esses ativos sejam geridos de modo racional e sistemático pelas organizações.

Uma vez que a dissertação foca a problemática da Gestão de Ativos Físicos nos Sistemas de Abastecimento de Água serão igualmente apresentados os aspetos mais relevantes da Gestão Patrimonial de Infraestruturas (GPI), enquanto área de conhecimento com enorme relevância na gestão sustentável dos operadores de águas (*utilities*), na qual Portugal, através do LNEC e da ERSAR, entre outros têm realizado um trabalho assinalável com reconhecimento a nível internacional.

A gestão de ativos é a evolução natural da operação e monitorização dos ativos pertencentes às organizações, tendo em vista a sua otimização, surgindo assim uma resposta aos novos requisitos da indústria, com o aumento da necessidade da fiabilidade e das garantias de qualidade no fornecimento de serviços e produtos.

Procuraremos esclarecer as zonas de fronteira e complementaridade, bem como as eventuais sobreposições entre a gestão de ativos e a GPI. Embora a gestão de ativos seja mais abrangente em termos das temáticas que engloba, a GPI vai além da gestão das infraestruturas enquanto ativos por si só e contempla as especificidades das infraestruturas em causa, as suas interdependências e a relação causa-efeito do seu comportamento. No caso dos SAA, a GPI reveste-se de particularidades no que se refere ao seu funcionamento e à perspetiva do que é o ciclo de vida dos seus componentes.

Numa organização, a gestão dos ativos integra diversas áreas como as áreas da engenharia, gestão financeira, gestão de risco, logística e apoio, relação com os clientes, gestão ambiental e legislação, incluindo também os requisitos do ciclo de vida dos ativos (criação, utilização, manutenção e desativação).

Durante muitas décadas a Gestão de Ativos foi associada de forma não consolidada a várias atividades e designações como: “manutenção de fábrica” ou “gestão de equipamentos”. Atualmente, a Gestão de Ativos está devidamente estruturada em cada um dos setores da economia, com foco na indústria e nos serviços.

Na Europa, o termo Gestão de Ativos (*Asset Management*) começou a ser utilizado no Reino Unido a partir de 1990, graças à formação do *Institute of Asset Management* (IAM, 2015) Este instituto foi formado como um órgão profissional para desenvolver e disseminar as boas práticas da Gestão de Ativos. Nos últimos anos, a terminologia e sobretudo o conceito de Gestão de Ativos tem vindo a desenvolver-se em todos os sectores das *utilities*, infraestruturas de transportes e outras indústrias, viabilizando assim um desenvolvimento acelerado desta disciplina através da aprendizagem cruzada entre os diversos sectores e na partilha de boas práticas na otimização do valor do ciclo de vida dos ativos.

Segundo o Banco Asiático de Desenvolvimento, (2014), o objetivo da Gestão de Ativos é operar ativos ao longo de seu ciclo de vida, com o menor custo e o menor risco, enquanto cumpre os níveis de serviço assumidos com os clientes. Consequentemente, as entidades gestoras de serviços públicos precisam implementar as políticas, os planos e as estratégias. Eles também devem desenvolver e implementar um conjunto de processos que cobrem aquisição, operação, manutenção, revisão e descarte de ativos.

2.4.2. Definições

Segundo o *Institute of Asset Management -IAM*, a Gestão de Ativos é “a arte e a ciência de tomar decisões acertadas e otimizar a entrega de valor pois envolve o balanço entre custos, oportunidades e riscos tendo em conta o desempenho desejado desses mesmos ativos, de forma a atingir os objetivos organizacionais (IAM, 2015).

Para Assis (2014), gestão de ativos é o processo de maximizar o valor dos serviços prestados à comunidade, atingindo os seus objetivos através da correta gestão de ativos físicos ao longo do seu ciclo de vida, de acordo com os seguintes princípios: a racionalidade económica traduzida na rentabilidade dos investimentos; a ética institucional e ambiental; a segurança para utilizadores e comunidade; o crescimento sustentado; o planeamento a longo prazo; o cumprimento de obrigações legais e contabilísticas; a avaliação do risco de decisões; a satisfação de clientes, colaboradores, fornecedores e acionistas.

Na *Publicly Available Specification (PAS) 55*, elaborada pela *British Standards Institution (BSI)*, a Gestão de Ativos é definida como um conjunto de “atividades e práticas sistemáticas e coordenadas por meio das quais uma organização administra de maneira ótima e sustentável os seus ativos e sistemas de ativos, o desempenho, riscos e despesas associados ao longo dos seus ciclos de vida com o objetivo de atingir o seu plano estratégico organizacional” (British Standards Institution, 2008a)

A norma ISO 55 000, define a Gestão de Ativos como a “atividade coordenada de uma organização para perceber e produzir valor a partir dos ativos. Onde a perceção e produção do valor envolvem normalmente o balanço dos custos, riscos, oportunidades e benefícios de desempenho e a atividade pode incluir a abordagem, o planeamento, os planos e a sua implementação” Assim, no presente trabalho é considerada a definição de gestão de ativos como sendo a atividade de balancear os custos, riscos, oportunidade e desempenho de uma organização de forma a perceber e produzir valor a partir dos ativos (Instituto Português da Qualidade, 2016).

Segundo a Norma Portuguesa NP EN 55 000:2016, um ativo é “um bem, uma coisa ou uma entidade, que tem um valor potencial ou real para uma organização”. Este valor dependerá segundo a organização e suas partes interessadas, e pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro (Instituto Português da Qualidade, 2016).

A PAS 55-1:2008 (British Standards Institution, 2008a) apresenta cinco categorias representativas dos diferentes tipos ativos que devem ser geridos de forma holística com o objetivo de atingir o plano estratégico da organização, ou seja, “o plano a longo prazo onde estão incorporadas as visões, missões, valores, política, requisitos dos clientes, objetivos e gestão dos seus riscos de uma empresa”. Essas

categorias denominam-se por: ativos físicos, ativos humanos, ativos financeiros, ativos intangíveis e ativos de informação, que se apresentam na Figura 11



Figura 11: Tipos de ativos segundo a PAS 55:2008

Embora muitos autores apresentem o grupo de ativos físicos como a base das organizações de capital intensivo, de produção ou manufatura, ou seja, das organizações dependentes dos seus ativos físicos para o desenvolvimento dos processos produtivos, é importante considerar a influência que os restantes ativos têm na organização. Segundo PAS 55-2:2008, as organizações que dependem fortemente de ativos físicos devem reconhecer que, a deficiência na gestão de outros tipos de ativos, pode ter um impacto no desempenho a curto ou a longo prazo dos bens físicos (British Standards Institution, 2008b).

2.4.3. Ciclo de vida de um ativo

De acordo com a BSI PAS 55-2 (British Standards Institution, 2008b) a organização deve estabelecer, implementar e manter o processo e/ou o procedimento para a implementação do seu plano de gestão de ativos e o controlo de atividades em todo o ciclo de vida.

O ciclo de vida de um ativo inclui as fases de conceção, fabrico, comissionamento, instalação, operação e manutenção e abate.

De acordo com Davis (2015) o ciclo de vida dos ativos é um conceito-chave dentro da Gestão de Ativos. O ciclo de vida de um ativo poderá ser representado pela Figura 12.

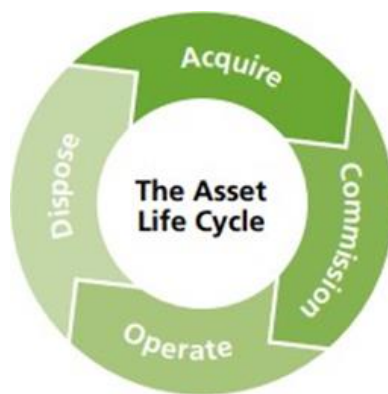


Figura 12: Ciclo de Vida de um Ativo (Davis, 2015)

As atividades do ciclo de vida de um ativo podem ser descritas da seguinte forma:

- **Aquisição:** Inclui todo o processo de procura e compra, nomeadamente planeamento, conceção e aquisição de um bem.
- **Comissionamento:** Considera todas as atividades de instalação/criação ou construção do recurso e garantir que seja totalmente funcional.
- **Operação:** Trata-se da maior parte do ciclo de vida de um ativo durante o qual ele opera na função para a qual foi projetado. Durante este período, o ativo deve estar sujeito a monitoramento, manutenção, remodelação e atualização potencial para atender a qualquer alteração na condição ou requisito operacional. Para muitos ativos, esta fase dura várias décadas.
- **Abate (ou desmantelamento):** Trata-se, muito provavelmente, da fase mais negligenciada. Os ativos podem durar além de uma vida humana e pode ser difícil considerar a eliminação de ativos. As principais atividades durante este período incluem a remoção efetiva do ativo ou a colocação deste bem numa outra cadeia de valor, no qual ainda ofereça condições para a sua utilização e rentabilização (Economia Circular).

Ainda de acordo com Davis (2015) a gestão de ativos olha para os ativos físicos não como um objeto imutável, mas sim como um sistema suscetível de sofrer mudanças e que se vai deteriorando com o tempo e utilização, ou seja, os ativos possuem um ciclo de vida e que é de toda a importância saber delineá-lo e explorá-lo, por forma a obter o máximo de benefícios para os seus detentores.

2.4.4. As Normas ISO 55 000

As normas ISO 55 000 são o primeiro conjunto de Normas Internacionais que suportam a implementação das melhores práticas na Gestão de Ativos, no seguimento da PAS 55, e são destinadas a serem utilizadas para gerir não só ativos físicos, como a qualquer tipo de ativo, em qualquer tipo de organização.

O objetivo das Normas ISO 55 000, é fornecer uma estrutura padronizada para um sistema de gestão de ativos. Estas Normas apoiam a gestão dos ativos financeiros e físicos de uma empresa

principalmente para aumentar o retorno sobre o investimento. Estas normas especificam os requisitos para o estabelecimento, implementação, manutenção e melhoria do sistema de gestão de ativos. Sendo que, pode ser utilizada por qualquer organização, e ela própria determinará a qual ou quais dos ativos se irá aplicar ((International Organization for Standardization, 2014a)

Permitem a uma organização atingir os seus objetivos através de uma gestão eficaz e eficiente dos seus ativos. A aplicação de um sistema de gestão de ativos fornece garantia de que esses objetivos podem ser alcançados de forma consistente e sustentável ao longo do tempo (ISO 55 000, 2014).

As normas expõem os requisitos para um sistema de gestão de ativos e incluem as:

- ISO 55 000 (2014) – Visão geral, princípios e terminologia;
- ISO 55 001 (2014) – Sistemas de Gestão – Princípios e requisitos;
- ISO 55 002 (2014) – Sistemas de Gestão – Orientações para a aplicação da ISO 55001.

A ISO 55 001 (2014) permite às organizações estruturar as suas atividades por forma a atenderem às suas necessidades, recursos, capacidades e objetivos (International Organization for Standardization, 2014b)

A ISO 55 002 (2014) elucida os requisitos especificados na norma ISO 55 001 (2014) e disponibiliza exemplos para apoiar à sua implementação (International Organization for Standardization, 2014c).

As normas anunciam as vantagens da gestão de ativos e do sistema de gestão de ativos assim como uma abordagem estruturada e uma decisão mais fiável que contribuem para o desenvolvimento, coordenação e controlo das atividades realizadas em ativos, e para alinhar essas atividades com os seus objetivos organizacionais.

2.4.5. Sistema de Gestão de Ativos

Segundo a Norma NP EN ISO 55000:2016, “O estabelecimento de um SGA é uma decisão estratégica importante para uma organização”. O SGA é usado pelas organizações para dirigir, coordenar e controlar as atividades de Gestão de Ativos (GA). Proporciona um melhor controlo do risco e assegura que os objetivos da GA serão atingidos numa base consistente. Os elementos do SGA devem ser considerados como um conjunto de ferramentas, incluindo políticas, planos, processos de negócio e sistemas de informação, que se encontram integrados para assegurar que as atividades de GA são realizadas.

A gestão de ativos requer informações precisas provenientes dos mesmos, mas um sistema de gestão de ativos será muito mais abrangente do que um sistema de gestão de informação. A gestão de ativos interage com muitas funções numa organização. Os ativos em si podem suportar mais do que uma função e mais do que uma unidade funcional dentro da organização. O sistema de gestão de ativos fornece um modo para coordenar as contribuições de uma interação entre essas unidades funcionais dentro da organização (British Standards Institution, 2008a).

Segundo a norma ISO 55 000, este sistema pode e deve ser integrado com outros sistemas de

gestão, como por exemplo, o Sistema de Gestão da Qualidade ou o Sistema de Gestão do Risco. Caso estes sistemas já estejam implementados numa organização, a construção do SGA torna-se mais simples, reduzindo o esforço necessário, tendo assim uma maior probabilidade de ser bem-sucedido.

2.4.6. A Gestão de Ativos e a Economia Circular

Numa altura em que a humanidade está perante desafios nunca antes vividos de stress sobre os recursos mundiais é fundamental que cada área da sociedade contribua para a mudança efetiva de paradigma. Nesta situação a Gestão da Manutenção e a Gestão de Ativos enquanto componentes fundamentais para o Desenvolvimento Sustentável têm de se adequar aos novos desafios. Assim, deixa de ser viável a compreensão linear de que um equipamento alcançará inevitavelmente o seu fim de vida.

Perante os enormes desafios que se colocam na procura do crescimento sustentável tendo em conta a crescente pressão que a produção e o consumo exercem sobre o ambiente e os recursos mundiais, a Comissão Europeia apresentou o conceito de Economia Circular (Comissão Europeia, 2015). A Figura 13 apresenta o ciclo produtivo de um ativo segundo este modelo.

A mudança para uma economia circular exige o envolvimento e o empenho de diferentes partes, no entanto, ainda existem entraves políticos, sociais, económicos e tecnológicos que impedem uma implementação e adesão mais generalizada (Comissão Europeia, 2015).

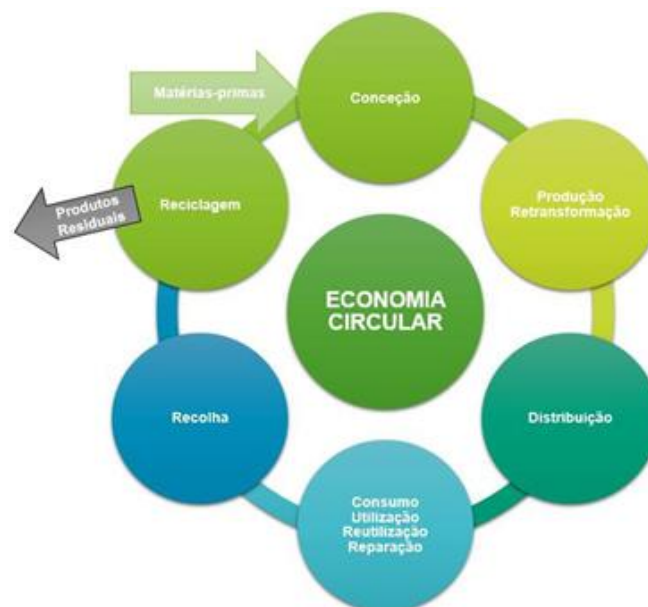


Figura 13: Economia Circular (adaptado de Comissão Europeia (2015))

O ciclo de vida de um ativo assume uma importância elevada para a organização que o detém e poderá entrar em novos mercados baseados através da venda, partilha, reparação, atualização ou reciclagem de componentes individuais.

2.4.7. Os Estados de Maturidade da Gestão de Ativos

O *Institute of Asset Management (IAM)* desenvolveu a *PAS 55 Assessment Methodology (PAM)* com o objetivo de definir um referencial para a avaliação do nível de maturidade da Gestão de Ativos de uma empresa. Em associação com a *British Standards Institution (BSI)*, emitiu um documento no ano de 2004, que foi revisto e publicado em 2008, e denominado *BSI PAS 55:2008*, no qual se pretendeu instituir um padrão para a gestão de ativos (*BSI-IAM, 2008*). Com o aparecimento da norma *ISO 55001*, o *IAM* deparou-se com a necessidade de atualizar este software. Era fundamental que a metodologia de avaliação permitisse que as várias organizações pudessem medir a sua conformidade em relação aos requisitos da *PAS 55*, bem como com os da norma *ISO 55001*. Assim, criou-se a metodologia *SAM (Self-Assessment Methodology)*, uma metodologia aplicável em diferentes sectores que combina a *PAS 55* com a *ISO 55 001* e que permite às organizações avaliarem suas capacidades em relação aos requisitos de ambas podendo certificarem-se naquela que preferirem.

2.4.8. A Gestão Patrimonial de Infraestruturas

Introdução

Os sistemas urbanos de água são a parte mais valiosa das infraestruturas públicas em todo o mundo, e os serviços públicos e os municípios são responsáveis pela sua gestão e expansão para as gerações atuais e futuras. As infraestruturas envelhecem e degradam-se inexoravelmente, enquanto a sociedade coloca exigências crescentes de níveis de serviço, gestão de riscos e sustentabilidade. (Alegre *et al.*, 2012)

A Gestão de Ativos para as entidades gestoras de água é mais complexo do que para a maioria dos outros setores, devido ao número, variedade, idade, condição e localização dos ativos; a magnitude do investimento em ativos; e a dificuldade de inspecionar e manter os bens enterrados. Essa complexidade geralmente é agravada pela falta de financiamento e de competências para a aquisição, o comissionamento, a manutenção e a substituição de ativos no momento ideal (Banco Asiático de Desenvolvimento, 2014).

Segundo Alegre & Covas (2010) a Gestão Patrimonial de Infraestruturas, GPI (na terminologia anglo-saxónica, *Infrastructure Asset Management*) pode ser entendida como a gestão estratégica e sustentável do património existente nas infraestruturas. Em sistemas de abastecimento de água, o foco da GPI é na gestão dos ativos fixos tangíveis que compõem os sistemas diretamente associados à prestação do serviço, como sejam as condutas, os reservatórios, as estações elevatórias e as estações de tratamento.

Dependendo do estado de maturidade dos setores das águas em cada país, a GPI está presente nos diversos ciclos de investimento e exploração com focos diferentes. Quando o principal objetivo das entidades gestoras é aumentar os níveis de cobertura de serviço (realidade Portuguesa nas décadas passadas e a realidade atual de Angola), a GPI incide fundamentalmente no planeamento, conceção e construção de novos sistemas. Em situações mais evoluídas, em que os sistemas de abastecimento já se encontram construídos e em operação, a GPI centra-se na manutenção e na reabilitação dos sistemas existentes (Alegre & Covas, 2010).

A Abordagem da GPI

Alegre *et al.* (2012) sustentam que a gestão patrimonial de infraestruturas de abastecimento de água é uma abordagem de toda a organização que visa assegurar um equilíbrio entre as dimensões de desempenho, risco e custo numa perspetiva de longo prazo, que requer a intervenção coordenada entre diferentes níveis de planeamento (estratégico, tático e operacional). Trata-se de uma abordagem multidisciplinar, sendo as principais competências envolvidas a gestão, a engenharia e a informação, conforme a Figura 14.

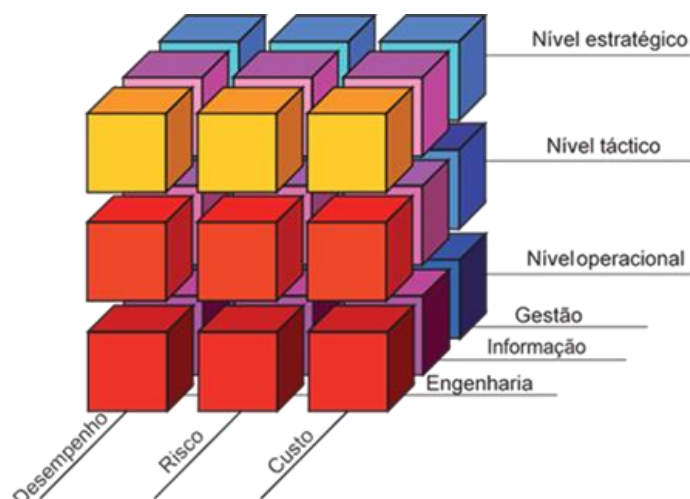


Figura 14: Gestão Patrimonial de Infraestruturas: uma visão integrada (Fonte: Alegre & Covas (2010))

Para o sucesso de implementação de um processo de GPI numa entidade gestora contribui o modo como o processo organizacional é implementado (Alegre, 2017).

Para uma tomada de decisão eficaz, eficiente e sustentável sobre as ações a desenvolver ou a implementar no âmbito da gestão de sistemas de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, relativas ao planeamento tanto da operação e manutenção, como da construção, renovação e reabilitação dos seus componentes, terá de ser baseada em dados e em informação sobre os sistemas, subsistemas ou componentes. Uma das principais categorias de dados de base são os dados de cadastro dos sistemas – informação pormenorizada sobre os diferentes componentes do sistema incluindo identificação, tipo, localização, dimensões, forma, material, profundidades, ligações, entre outras (Alegre *et al.*, 2012).

A publicação dos Guias Técnicos N.º 16 e 17, Gestão patrimonial de infraestruturas de abastecimento de água - Uma abordagem centrada na reabilitação (Alegre *et al.*, 2012) e Gestão patrimonial de infraestruturas de águas residuais e pluviais - Uma abordagem centrada na reabilitação (Almeida & Cardoso, 2010) vieram pôr em prática uma estratégia proactiva de planeamento de longo prazo, incorporando ao mesmo tempo os princípios base vertidos nas normas. Em março de 2017, a ERSAR publica o Guia Técnico 21 com o título Desenvolvimento e Implementação de Processos de Gestão Patrimonial de Infraestruturas, documento que passou a constituir o documento de referência para monitorizar o estado da GPI nas entidades gestoras de água em Portugal.

A gestão patrimonial de infraestruturas, entendida como a gestão estratégica e sustentável das infraestruturas existentes, deverá ser desenvolvida de forma integrada, incluindo as diferentes atividades de exploração dos sistemas urbanos de águas, bem como as de reabilitação e de expansão. (ERSAR, 2019).

Planeamento na GPI

A GPI deve ser planeada a um nível estratégico, a um nível tático e a um nível operacional. O nível estratégico deve incorporar uma visão de longo prazo e um conjunto de estratégias da organização para a gestão dos seus ativos no horizonte definido. O nível tático incorpora uma visão de médio prazo e inclui a definição de um conjunto de táticas da organização, e considera uma abordagem ao nível das unidades funcionais do sistema. O nível operacional engloba as ações a tomar no horizonte de curto prazo. A Figura 15 representa essa abordagem.





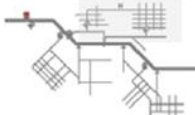
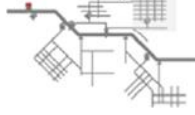






Níveis	Estratégico	Tático	Operacional
Escala	Macro-escala 	Escala intermédia 	Pormenor 
Âmbito	Sistema global 	Subsistemas e componentes críticos 	Grupos de componentes 
Tipo de ação	Define a direção 	Define o caminho 	Executa 
Horizonte temporal	Longo prazo 	Médio prazo 	Curto prazo 

Figura 15: Os níveis de Planeamento em GPI (Fonte: Alegre & Covas (2010))

O processo de planeamento segue os princípios de melhoria contínua estabelecidos nas normas NP EN ISO 9001:2000 “Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos” e NP EN ISO 14001:2004 “Sistemas de gestão ambiental – Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização” através de uma abordagem PDCA, Figura 3. O acrónimo, adotado também nas versões portuguesas das normas, corresponde “*Plan-Do-Check-Act*”, o que equivale, em português, a Planear-Executar-Verificar- Atuar ((Alegre & Covas, 2010).



Figura 16: Abordagem de melhoria contínua PDCA (Fonte:(Alegre & Covas, 2010))

Os princípios consagrados na GPI permitem uma abordagem estruturada para a gestão de ativos e a condução de um processo de planeamento transparente, simples e facilmente interpretado por todos os níveis da organização.

O Papel do Regulador na Gestão de Ativos

O aumento da necessidade de otimização da gestão dos ativos é visível no progressivo aumento das exigências dos reguladores nas várias áreas dos serviços.

A-ERSAR (Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos) tem como missão a regulação da qualidade de serviço, com o objetivo melhorar a eficácia e a eficiência com que são prestados os serviços de águas e resíduos, recorrendo à avaliação do desempenho das entidades gestoras (Qualidade dos Serviços, sem data).

Anualmente, a ERSAR publica o Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP), abordando a sua caracterização e evolução, os principais intervenientes, os principais números em termos de recursos do setor, sendo também disponibilizada a avaliação comparada (benchmarking) do desempenho das entidades gestoras, nomeadamente “Índice de conhecimento infraestrutural” e o “Índice de gestão patrimonial de infraestruturas”.

O “Índice de conhecimento infraestrutural” tem como objetivo avaliar o conhecimento que a entidade gestora detém das infraestruturas do serviço de abastecimento público de água ou do serviço de saneamento de águas residuais urbanas existentes na sua área de intervenção, enquanto o “Índice de gestão patrimonial de infraestruturas” representa a forma com a GPI está integrada nas diversas atividades das entidades gestoras.

3. Metodologia

3.1. Introdução

A ideia subjacente à elaboração da dissertação com o título *A Gestão de Ativos em Sistemas de Abastecimento de Água-Caso de Estudo: o Desafio da Manutenção em Angola*, foi o desenvolvimento de uma abordagem de caracterização e propostas de melhoria ao nível da Gestão da Manutenção como contributo essencial para a introdução das Boas Práticas de Gestão de Ativos que as Empresas Públicas de Águas e Saneamento (EPAS) de Angola deverão adotar para atingir a sustentabilidade operacional, económica e financeira. Os Casos de Estudo selecionados foram as EPAS do Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul.

Desde novembro de 2018, integro a equipa de peritos internacionais que está a prestar assistência técnica à Direção Nacional de Águas de Angola, para a Capacitação e Fortalecimento das Empresas Públicas de Água e Saneamento (EPAS), por um período de três anos, como Perito de Eletromecânica e Manutenção.

Como atribuições iniciais, salienta-se a elaboração do *Inception Report* (Relatório de Arranque) da *Technical Assistance 4* (TA-4), que permitiu avaliar em condições reais de exploração dos sistemas os diferentes estágios em que cada um dos diversos tipos de sistemas de abastecimento de água se encontram. Durante os seis meses iniciais do contrato, foi efetuado o levantamento e caracterização do estado da Manutenção nos Sistemas de Abastecimento de Água Municipais (SAAM) incluindo ações de avaliação do desempenho operacional, comissionamento e colocação em serviço.

Deste universo de SAA com estruturas de gestão muito incipientes, foi possível extrair elementos de caracterização da situação de referência na área da manutenção, que se revelaram determinantes para a avaliação das necessidades e correspondente proposta de ações:

1. Caracterização da situação da Manutenção;
2. Proposta de Metodologia de Supervisão das Assistências Técnicas na área da Manutenção;
3. Plano de Supervisão da Manutenção;
4. Sensibilização para a Gestão de Ativos;
5. Monitorização do Plano;
6. Aplicação em EPAS de outras províncias.

Na presente dissertação será realizada a caracterização da situação de referência das três EPAS (Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul), bem como a avaliação dos primeiros seis meses das respetivas Assistências Técnicas, na área da Manutenção. Para a caracterização da situação de referência, foi elaborado um questionário com o objetivo de realizar um estudo exploratório para identificar as práticas de manutenção das organizações no âmbito da gestão dos sistemas de abastecimento de água em Angola. Por outro lado, promoveram-se várias entrevistas com partes envolvidas nas áreas da gestão, da operação e manutenção, integradas em sessões de trabalho de monitorização dos contratos de

assistências técnica (AT), tendo como base o Modelo de Maturidade adaptado, que se apresenta nos capítulos seguintes.

3.2. Questionário

A abordagem de pesquisa exploratória foi usada para conhecer o estado da manutenção nas empresas selecionadas. Os dados foram recolhidos por meio de questionários elaborados e por entrevistas estruturadas. A pesquisa foi realizada nas três EPAS de Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul, incluindo os Administradores da Área Técnica e os técnicos de manutenção, bem como nas respetivas assistências técnicas AT-2, tendo sido considerados os contributos dos peritos K2 (Rede de Distribuição), K3 (Produção de Água), K5 (Manutenção Mecânica) e K6 (Manutenção Elétrica), com universo de dezanove técnicos.

Os Questionários foram estruturados para abordar as seguintes questões, tais como, o tipo de sistema de manutenção usado na empresa, os desafios enfrentados pelo departamento de manutenção, as causas das avarias, os principais constrangimentos, o nível de tecnologia dos equipamentos, tipos de manutenção, a frequência da manutenção do equipamento, o número de funcionários no departamento de manutenção e o nível de formação dos funcionários sobre as novas tendências em manutenção. No questionário, foi utilizada a estrutura de resposta fechada para maior facilidade de preenchimento e minimizando a subjetividade dos inquiridos nas respostas.

As entrevistas foram realizadas com o Presidente do Conselho de Administração das EPAS e com os Chefes de Equipa de cada Assistência Técnica tendo como base o Modelo de Maturidade adaptado para as três EPAS (Tabela 2). Foram facultadas informações sobre o ponto de situação da manutenção das infraestruturas e a capacidade de resposta da manutenção. As entrevistas foram focadas na avaliação da cultura organizacional sobre a manutenção, na gestão de stocks de peças de reserva, nos prazos de entrega das compras dos sobressalentes, tempo médio para reparação (MTTR), tempo médio entre falhas (MTBF), impactos resultantes das interrupções na produção e na distribuição, e soluções implementadas para minimizar os impactos. Adicionalmente, auscultou-se os entrevistados no sentido de identificar áreas de melhoria.

3.3. Modelo de Maturidade

O modelo de maturidade a ser aplicado no âmbito da manutenção, como ferramenta para a avaliação do estado da Manutenção e da Gestão de Ativos nos SAA de Angola, foi adaptado após a análise de diversos casos de avaliação do estado de maturidade da manutenção, desenvolvidos ao longo das últimas décadas, para apoiar a área da manutenção na identificação de potenciais melhorias, tendo sido considerado com base de adaptação, o Modelo de Maturidade desenvolvido por (Oliveira, 2017) que apresenta um conjunto de características que se enquadram no estágio de desenvolvimento da manutenção no setor das águas em Angola.

Como referido, o desafio que esta dissertação coloca é o da mudança de paradigma na gestão dos ativos físicos dos SAA em Angola, potenciando as boas práticas já desenvolvidas noutros países ou em setores equivalentes, nas áreas da manutenção, como base para alavancar uma estratégia adequada aos

resultados pretendidos. Dessa forma, dever-se-á adaptar os casos de sucesso na melhoria da gestão de manutenção de outras realidades (geográficas e organizacionais).

Oliveira (2017) propôs um modelo de maturidade que assenta em dez classes para avaliação do estado de maturidade nas organizações com cinco níveis de progressão, nomeadamente:

- Cultura Organizacional;
- Política de Manutenção;
- Gestão de Desempenho;
- Análise de Falhas;
- Planeamento e Programação das Atividades de Manutenção Preventiva;
- CMMS (Gestão Assistida por Computador – GMAC);
- Gestão de Stocks;
- Normalização e Controlo dos Documentos;
- Gestão de Recursos Humanos;
- Gestão de Resultados (Custos e Qualidade da Manutenção).

Apresenta-se de seguida uma breve caracterização das classes de avaliação referidas.

Cultura Organizacional

Segundo Oliveira (2017), sintetizando vários estudos sobre esta temática, a cultura organizacional pode ser controlada, embora com alguma dificuldade, uma vez que a gestão da cultura organizacional está dependente de diversos fatores, tais como a multiplicidade e complexidade das culturas, interesses políticos conflitantes e falhas de comunicação. Muitos autores identificaram a cultura organizacional como grande influenciadora na implementação da TPM, RCM e Manutenção *Lean* bem como na aplicação de indicadores de desempenho.

Política de Manutenção

Segundo a Norma NP 4483:2009 (Instituto Português da Qualidade, 2009a), os gestores da área de manutenção devem ter o compromisso de desenvolver e implementar um sistema de gestão de manutenção e procurar a sua melhoria contínua, conforme a política de manutenção da organização, estando esta apropriadamente alinhada com os objetivos da organização. Segundo Cabral (2006) a visão que se tem da manutenção numa organização pode variar entre o mal necessário ou o entendimento de que se trata de uma área estratégica na organização. Já Oliveira (2017) refere que uma constatação comum, na literatura relativa à gestão da manutenção, é a associação do conceito Política de Manutenção como sendo a estratégia definida para planejar e programar as atividades de manutenção dos equipamentos.

Gestão de Desempenho

Para Amaral (2016), medir o desempenho da manutenção é uma boa prática, construída na base de indicadores, que tem por objetivo avaliar as estratégias implementadas nas organizações. Com efeito, há a necessidade de se reconhecer o nível de desempenho atual para, se necessário, implementar planos

de melhoria com o objetivo de passar do nível inicial para o nível de desempenho desejado, fazendo uso de indicadores de desempenho adequados.

Conforme Pinto (2013), um indicador é uma relação racional e significativa do valor de dois elementos característicos da gestão da empresa. O autor sustenta que as boas práticas em *lean management* recomendam o largo uso de indicadores de desempenho na gestão da manutenção, pois dão indicações importantes e úteis sobre o que se passa ao nível da manutenção. Para Cabral (2006), a utilização de indicadores de desempenho só faz sentido se a área de manutenção estiver organizada, de modo que se tenha informações fiáveis para que se possa fazer uso de indicadores que poderão ancorar os projetos de melhoria baseados nesses indicadores. Segundo Assis (2014), a avaliação do desempenho da gestão faz-se ao nível das estruturas organizacionais e não ao nível de linha de produção ou de um único equipamento.

Análise de Falhas

Oliveira (2017) citando vários autores, considera que a identificação da causa de um problema é um fator primordial e que o principal objetivo é encontrar a causa raiz do problema e eliminá-la, sendo as ferramentas o elemento auxiliar de apoio que pode ajudar a alcançar esse objetivo, por outro lado a análise da criticidade dos equipamentos deverá ser adotada com critério para determinar quais os equipamentos que representam o maior impacto potencial para atingir as metas de negócios.

Amaral (2016) no âmbito do estudo da fiabilidade, propõe a utilização de modelos de fiabilidade estatísticos e de modelos determinísticos. Para o autor, os modelos estatísticos baseiam-se em eventos passados de modo a inferir a condição futura de um componente, equipamento ou sistema. Já os modelos determinísticos possibilitam prever a vida útil do componente, equipamento ou sistema com base no modelo de degradação dominante, permitindo entender os mecanismos que conduzem à falha e tomar as ações preventivas necessárias.

Planeamento e Programação das Atividades de Manutenção Preventiva

Para Pinto (2013) os trabalhos de manutenção podem ser classificados segundo as perspetivas do modelo de gestão, periodicidade, grau de prioridade e nível de participação de operadores da produção. A partir da estratégia do negócio é definida a estratégia de manutenção, de forma a que seja feito o planeamento das atividades, a programação da manutenção, a sua execução e controlo. Nesse contexto, os gestores da manutenção, por meio do adequado planeamento, definem a periodicidade dos trabalhos a serem realizados nos equipamentos e instalações da organização, de maneira que o processo de programação ocorre em várias etapas: definição do conjunto de tarefas mais adequadas a cada tipo de equipamento, compatibilização dos programas de manutenção e produção, compatibilização das ordens de trabalho com os recursos disponíveis e disponibilidade dos recursos necessários para a equipa de manutenção executar os trabalhos. Por fim segue-se a fase de execução, onde se dá a última etapa, que consiste no controlo da manutenção, de modo a garantir a realização dos trabalhos conforme o planeamento realizado.

Computerized Maintenance Management System (CMMS) Gestão de Manutenção Assistida por Computador (GMAC)

Para Oliveira (2017) o sistema informático para Gestão da Manutenção (CMMS/GMAC) implementado deverá reduzir o tempo de inatividade total e a frequência das falhas das máquinas através da melhoria da eficácia e eficiência das atividades de manutenção. Um sistema informático simplifica e reduz o tempo de captura de dados em comparação com o sistema manual, para o que deve ser versátil para integrar novos módulos à medida que a função de manutenção evolui, permitindo ajustar o sistema aos objetivos de manutenção e não o contrário.

Gestão de Stocks

Conforme Pinto (2013), o êxito de um programa de manutenção está dependente da existência em Stock de peças de reserva e materiais para o desenvolvimento das atividades de manutenção e, torna-se mais crítico quando paragens não previstas estão associadas à atividade a desenvolver. Para o autor, a gestão das atividades e a gestão dos materiais estão intimamente relacionadas e, para uma ação eficiente na manutenção, deve-se assegurar a adequada gestão de materiais. No entanto, o autor observa que os gestores procuram a redução de custos com materiais, mas salienta que uma análise de risco (nível de serviço) deve ser realizada quando a estratégia é a de reduzir custos de Stocks. Além disso, o autor salienta que a gestão de materiais em manutenção é uma atividade complexa, que recorre a técnicas variadas e deve procurar estabelecer equilíbrios entre possuir ou não determinados itens, não ficando restritos aos aspetos de custos, mas levando em conta a qualidade, segurança e proteção do ambiente e das pessoas.

Normalização e Controlo de Documentos

Segundo Pinto (2013), no contexto da manutenção *lean*, a normalização não se deve limitar aos equipamentos e materiais, pois deve ser aplicada aos procedimentos de trabalho, tornando o trabalho mais fácil de ser planeado e controlado, tornando-se mais simples, previsível e eficiente. A normalização garante a uniformização e que todos façam os mesmos trabalhos da mesma forma, seja por pessoas ligadas à manutenção ou às operações. Além disso, garante a memória da empresa, pois preserva as informações, práticas e procedimentos caso ocorram mudanças nas equipas. De acordo com o autor, e tomando como exemplo os processos sob responsabilidade da área de gestão de Stocks, a normalização possibilita: simplificar a seleção de equipamentos, componentes e materiais; reduzir variedades, tipos e número de itens em stock; eliminar itens duplicados e desnecessários; a melhoria na manutibilidade; redução de fornecedores, bem como dependência associada, intermutabilidade de peças, uniformização de procedimentos, redução de tempo e redução de erros.

Segundo Cabral (2006), pode-se dizer que toda a documentação existente num departamento de manutenção é documentação de qualidade, na medida em que pode potencialmente contribuir para a qualidade, contudo, para ser útil, a informação tem que estar organizada de forma utilizável para a equipa, e o conjunto de documentos inclui procedimentos, instruções de trabalho, documentação técnica, manuais de operação, listas de peças de equipamentos, normas técnicas, desenhos e registos de manutenção. Este conjunto de documentos tem que se manter organizado, referenciável e atualizado.

Gestão de Recursos Humanos

Citando vários autores, Oliveira (2017) defende que a boa educação e a estratégia adequada de formação dos colaboradores é o ponto de partida para promover um ambiente de aprendizagem, que deverá incluir objetivos claros, uma revisão dos requisitos de formação, uma compreensão da cultura de trabalho única, um plano de implementação, um orçamento e um método para a avaliação contínua de modo a saber se os objetivos estão a ser atingidos.

Num estágio inicial de maturidade, a gestão de recursos humanos não está direcionada para atingir os objetivos da organização: não há controlo das atividades; o perfil da liderança não está suficientemente desenvolvido; as equipas estão descentralizadas e atuam conforme a ocorrência dos problemas; não há um plano formal para o desenvolvimento de competências dos membros da equipa de manutenção, não estão alinhados com os objetivos da organização e os planos de formação não abrangem a totalidade da equipa em todos os níveis hierárquicos.

Num estágio de maturidade plena, a gestão de recursos humanos está voltada para atingir os objetivos da organização: o perfil de liderança está suficientemente desenvolvido; as equipas estão mais voltadas para atividades preventivas; existe polivalência das equipas de manutenção e produção consolidadas; plano de formação alinhado com as estratégias e objetivos da empresa.

Gestão de Resultados (Custos e Qualidade da Manutenção)

Para Amaral (2016), é fundamental para se poder avaliar o desempenho e o contributo da atividade de manutenção, conhecer os custos associados, sendo que a gestão de custos envolve tarefas relacionadas com o planeamento, a orçamentação e o controlo. O autor considera que os investimentos em manutenção têm um retorno significativo, uma vez que a atividade de manutenção compensa os seus custos por meio da melhoria da qualidade do produto final, no aumento da disponibilidade operacional dos equipamentos, aumento do ciclo de vida dos equipamentos e instalações, garantia da qualidade do equipamento, tendo como ele final da cadeia a garantia da qualidade de serviço às populações.

3.4. Modelo Adaptado

Para o desenvolvimento do modelo adaptado foi necessário decidir sobre a definição das classes mais relevantes, assim como os critérios de avaliação de cada classe, para adaptar o modelo em função do estágio de desenvolvimento da manutenção do setor das águas em Angola.

Outras das características importantes para a adoção do modelo foi a sua capacidade de evoluir em função da evolução da área da manutenção no setor das águas nos próximos cinco anos, acompanhando os trabalhos de assistência técnicas às EPAS e à DNA.

Assim, e no sentido de operacionalizar o modelo, adaptado ao contexto, de forma a que esta abordagem (questionário com modelo de maturidade) não fosse penalizada por uma abordagem demasiado complexa, optou-se por considerar o modelo proposto por Oliveira, com a adaptação do número de classes para nove e a redução dos níveis de cinco para três, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2- Modelo de Maturidade de Manutenção adaptado para os SAA de Angola

Classe	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Cultura Organizacional	Mudanças não são bem aceites. Não existe orientação para melhoria contínua e para o trabalho em equipa.	Mudanças são aceites com relutância. Identificada a necessidade de ações para melhoria contínua, mas ainda não adotadas. Limitado trabalho em equipa.	Mudanças são aceites e consideradas importantes. Ações para melhoria contínua com metodologias definidas. Bom trabalho em Equipa.
Política de Manutenção	Manutenção é considerada um mal necessário, "reparar depois de avariar".	Reconhece-se a necessidade em atuar de forma preventiva.	Manutenção é considerada importante para atingir os objetivos da organização: aumento da produtividade, redução de custos e melhoria da qualidade.
Gestão de Desempenho	Não existem indicadores definidos.	Indicadores de desempenho calculados esporadicamente, com incidência nos indicadores técnicos determinados.	Indicadores técnicos, económicos e organizacionais fiáveis calculados e analisados periodicamente, para apoiar a decisão.
Análise de Falhas	Análise de falhas muito rara, realizada quando ocorrem falhas graves	Identificação de equipamentos críticos e falhas críticas de forma esporádica.	Informação atualizada de equipamentos críticos e falhas críticas, e implementação de medidas baseadas na análise metódica de falhas.
Planeamento da Manutenção Preventiva	Atividades preventivas inexistentes.	Existem planos de Manutenção Preventiva.	Planeamento das atividades revisto em função da taxa de falhas e da monitorização do equipamento.
CMMS (GMAC)	Não há registo informático de dados da manutenção.	CMMS com poucas funções disponíveis e não integrado com os demais sistemas informáticos da empresa.	CMMS para apoio em todas as funções da gestão da manutenção, integrado com os demais sistemas informáticos da empresa.
Gestão de Stocks (Compras e Inventário)	Não há previsão da aquisição de peças.	Compra de peças e materiais para atividades preventivas realizada em função das ações planeadas.	Compra de peças e materiais para atividades preventivas realizada em função das ações planeadas e, para as atividades corretivas, baseada na fiabilidade, custos e criticidade.
Normalização e Controlo dos Documentos	Não existe documentação dos equipamentos ou está desatualizada. Processos e atividades não normalizados.	Documentação de equipamentos e processos não organizada. Alguns processos e atividades normalizados, mas não revistos.	Documentação de equipamentos e de processos organizada, de fácil e rápido acesso. Processos e atividades normalizados e revistos.
Gestão de Recursos Humanos	Formação inexistente. Colaboradores possuem baixa competência.	Plano de desenvolvimento das competências dos colaboradores de manutenção não alinhado com as necessidades da área.	Plano de desenvolvimento de competências alinhado com as necessidades da área. Colaboradores polivalentes, com elevado envolvimento.

4. Casos de Estudo

4.1. Introdução

Após um período de investimento considerável na infraestruturação de Angola, em termos de sistemas de abastecimento de água, assistiu-se a partir de 2013 a uma mudança de paradigma perante a necessidade de adequar as infraestruturas construídas para a fase da exploração, em que as dimensões de Operação & Manutenção, Gestão Comercial e Gestão de Empresas, assumem o principal papel, para criar condições para a melhoria da cobertura e qualidade de serviços do Setor das águas.

Desde 2015, o MINEA promoveu e gere através da DNA vários contratos de gestão de Assistência Técnica (AT/TA) em treze EPAS, desenvolvidos em quatro estágios:

- Estágio 1 - Primeira Assistência Técnica à EPAS do Bié, Cuanza Norte, Cuanza Sul, Huambo, Huíla, Malanje e Uíge, que já foram concluídas;
- Estágio 2 - Primeira Assistência Técnica às EPAS do Bengo, Cuanza Sul, Cunene, Lunda Norte, Lunda Sul e Namibe, iniciadas em 2019;
- Estágio 3 - Primeira Assistência Técnica às EPAS de Cabinda e Moxico, que estão em fase de conclusão da contratação;
- Estágio 4 - Segunda Assistência Técnica às EPAS do Bié, Cuanza Norte, Huambo, Huíla, Malanje e Uíge, que estão em fase de contratação.

Para a Assistência Técnica do Estágio 2, foi implementado, no âmbito do Projeto de Apoio Institucional e Sustentável ao Abastecimento de Água Urbana e a Serviços de Saneamento (*Institutional Support for the Sustainability of Urban Water Supply and Sanitation Service Delivery*), um contrato de prestação de serviços, gerido pela DNA e financiado pelo Banco Africano de Desenvolvimento, que tem como objetivo promover a sustentabilidade dos serviços de abastecimento e saneamento em sete províncias de Angola: Bengo, Cabinda, Cuanza Sul, Cunene, Lunda Norte, Lunda Sul e Namibe de acordo com a Figura 17.

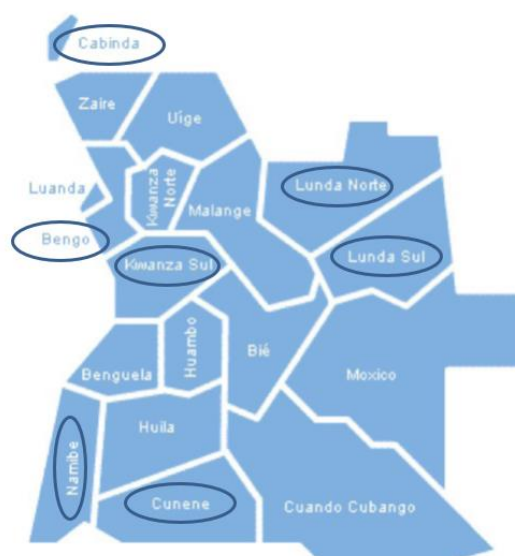


Figura 17: Províncias com Assistência Técnica de Estágio 2.

4.2. Assistência Técnica às EPAS do Estágio 2

Para a preparação das Assistências Técnicas (AT) do Estágio 2, foi desenvolvida uma abordagem que contemplou a caracterização dos SAA (pela AT-1, em 2017), para a elaboração dos termos de referência para lançar os concursos das AT com a missão de apoiar a gestão, operação e manutenção das EPAS (AT-2), bem como a respetiva monitorização e supervisão das AT-2 (AT-4), assumindo esta AT a função de Representante do Dono de Obra, de acordo com a Figura 18:

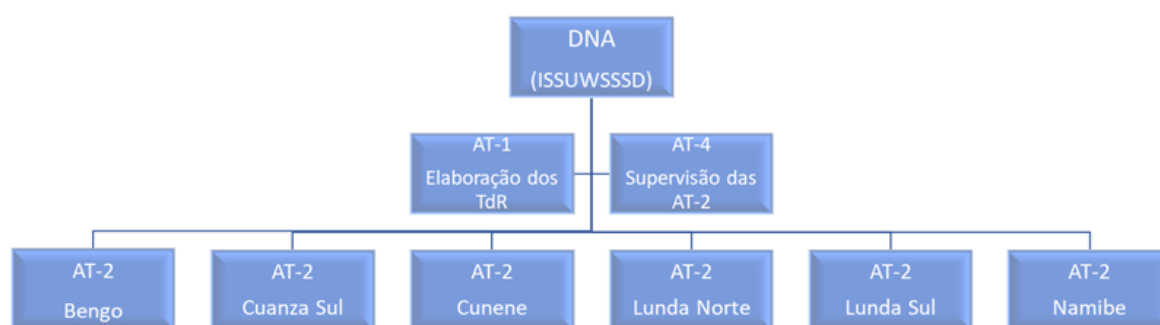


Figura 18: Estrutura de Assistências Técnicas à DNA/EPAS

Os trabalhos da AT-4, adjudicados ao consórcio EPTISA/CESO/Engconsult tiveram início em novembro de 2018. As AT-2, foram adjudicadas em 2019, às entidades apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Assistências Técnicas às EPAS (BAD)

Província	Assistência Técnica (AT-2)
Bengo	Águas de Portugal Internacional
Cuanza Sul	Seureca/Veolia
Cunene	Águas de Portugal Internacional
Lunda Norte	Be Water
Lunda Sul	Indáqua/Vista Water
Namibe	Indáqua/Vista Water

Os termos de referência dos contratos de assistência técnica focaram-se na capacitação das pessoas e das entidades gestoras (EPAS) na área da Manutenção, uma vez que o diagnóstico realizado sobre o estado da manutenção dos ativos físicos que compõem os sistemas de abastecimento de água em Angola, revelou enormes debilidades que urge solucionar.

Assim, foram definidas áreas de intervenção prioritárias que incluem trinta e três entregáveis contratuais que permitem construir uma abordagem integrada de gestão de operações e tecnologias. Destes destacamos os entregáveis associados à Manutenção e áreas afins, na Tabela 4

Tabela 4 - Entregáveis de Manutenção e afins

N.º	ENTREGÁVEL
7	Plano de Atividades do Departamento de Engenharia
9	Especificações das peças de reserva e dos recursos operacionais
10	Aquisição das peças de reserva, recursos operacionais e consumíveis
11	Plano de Atividades do Departamento Técnico
12	Manual de Operações (MO)
13	Formação no local de trabalho
14	Revisão das práticas de manutenção existentes e desenvolvimento do Sistema de Gestão da Manutenção (MMS)
15	Manual Simplificado de Manutenção Preventiva
16	Programa de Manutenção Corretiva
30	Identificação de ações prioritárias para a EPAS nas áreas de Engenharia e obras

4.3. A AT nas EPAS do Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul

No âmbito do Contrato de Gestão para Capacitação, Operação e Manutenção das Empresas Públicas de Águas e Saneamento das províncias do Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul, os trabalhos de Assistência Técnica às EPAS referidas, tiveram o seu início no segundo semestre de 2019, de acordo com a Tabela 5

Tabela 5 - Assistências Técnicas às EPAS de CS, LN e LS

Província	Assistência Técnica	Início do Contrato	Conclusão do Contrato
Cuanza Sul	Seureca (Veolia)	06/08/2019	05/08/2022
Lunda Norte	Be Water	03/09/2019	02/09/2022
Lunda Sul	Indáqua/VistaWater	03/09/2019	02/09/2022

A AT-2 tem como objetivos:

- Apoiar o Conselho de Administração da EPAS na:
- Capacitação e apoio técnico na gestão, operação e manutenção da Empresa;
- Definição de uma estrutura organizacional e na sua implementação;
- Desenvolvimento e implementação de um sistema coerente e abrangente de gestão;
- Garantia da viabilidade e sustentabilidade comercial das EPAS;
- Aquisição de peças de reserva, recursos operacionais, combustíveis e reagentes químicos;
- Desenvolvimento de um Plano Estratégico de Negócios;
- Definição dos requisitos de recrutamento do pessoal-chave;
- Implementação de um sistema de contabilidade informatizada e dos respetivos procedimentos;
- Revisão e atualização do Plano diretor de Água e Saneamento das províncias.
- Preparação e apoio técnico na implementação dos procedimentos operacionais para as áreas técnica, operacional, gestão de clientes, comercial, recursos humanos, financeira e administrativa;
- Preparação do orçamento anual de funcionamento e de investimento;
- Desenvolvimento e implementação de um sistema de informação ao cliente e de faturação;
- Assistência técnica elaboração da declaração financeira anual para as Finanças;
- Elaboração dos manuais de operação e de manutenção;
- Aquisição de aplicativos informáticos para aplicações de engenharia (AutoCad, GIS);
- Coordenar e garantir a execução das tarefas de operação e manutenção diárias;
- Transferência de conhecimentos ao pessoal da empresa e aos estagiários profissionais integrados no Programa de Estágios da DNA;
- Assegurar a conformidade dos indicadores de desempenho definidos no Caderno de Encargos (CE);
- Elaboração de relatórios com regularidade;

Para desenvolver o seu trabalho, as AT-2 estão dotadas do seguinte quadro de especialistas, de acordo com Tabela 6

Tabela 6 - Peritos da Assistência Técnica AT-2

Designação	Função	Tempo de afetação (meses)
K1	Chefe de Equipa	33
K2	Gestor da Operação da Rede	27
K3	Gestor da Produção	27
K4	Gestor Comercial	27
K5	Especialista Manutenção Mecânica	27
K6	Especialista Manutenção Elétrica	27
K7	Especialista de Qualidade de Água	12
K8	Especialista de Recursos Humanos	12
K9	Especialista da área Financeira	12
K10	Especialista da Área Jurídica	3
K11	Especialista de Aprovisionamentos	3
K12	Especialista de Mobilização Social	8

No âmbito da presente dissertação, o foco da análise é a Operação e Manutenção das Empresas Públicas de Águas e Saneamento (EPAS) das províncias do Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul, nas respetivas sedes municipais, Sumbe, Dundo e Saurimo, uma vez que os sistemas de abastecimento de água municipais ainda não estão a ser explorados na totalidade pelas EPAS.

Por outro lado, a descrição da organização e avaliação do desempenho operacional, só detalhará os aspetos relativos à Área Técnica.

4.4. O SAA do Cuanza Sul

Província do Cuanza Sul

O Cuanza Sul situa-se na região centro do país e a sua capital provincial é a cidade do Sumbe. A província é constituída por 12 Municípios e de acordo com os resultados do Censo 2014 (INE) existe um total de 36 comunas, 238 localidades com características urbanas e 2.292 ditas rurais, com uma área territorial total de 55 600 km². A população era de 1 881 873 habitantes no ano de 2014 sendo que 38% residem em área urbana e 62% em área rural, com uma distribuição por género de 52% mulheres e 48% homens.

EPAS do Cuanza Sul

A Empresa Pública de Águas e Saneamento do Cuanza Sul (EPASKS) foi criada em 2017, pelo Governo de Angola através do Decreto Executivo nº 314/17 de 16 de junho. A Empresa assumiu a responsabilidade do serviço de abastecimento de água e esgotos para a população da província do Cuanza Sul.

Estrutura organizacional

A EPASKS-E.P. é dirigida por um Conselho de Administração, composto por 3 membros, sendo um deles o presidente. Fazem parte do Conselho de Administração o Administrador para a área técnica e o Administrador para a área de administração e finanças, que integra a componente de Recursos Humanos. Os membros do Conselho de Administração são nomeados e exonerados pelo Ministro responsável pelo Setor Empresarial Público, sob proposta do Ministro que tutela o sector de atividade da empresa (MINEA). A empresa possui 44 funcionários efetivos, distribuídos em diferentes categorias ocupacionais.

Infraestrutura

A captação de água bruta faz-se no rio Cambongo sendo que existe escassez durante o Cacimbo, o que limita a capacidade de produção da ETA do Sumbe.

A produção de água potável é feita na ETA do Sumbe que é constituída por 2 unidades, situadas nas mesmas instalações: ETA convencional (pré-oxidação, coagulação / floculação / decantadores lamelares / filtros de areia lentos / desinfecção – cap. 575 m³/h) e a ETA compacta (pré-oxidação / coagulação / floculação / decantadores / tanque / bombagem / filtros pressurizados – cap. 200 m³/h).

O sistema de bombagem de água tratada na ETA do Sumbe é dividido em 2 subsistemas, um que bombeia a água tratada até ao RZ1 e outro até ao RZ2, que por sua vez, abastecem mais três reservatórios. A maior parte da população do Sumbe é abastecida por este sistema através de ligações domiciliárias, torneiras de quintal ou chafarizes.

Considerações gerais sobre a Operação e Manutenção (O&M) do SAA da Lunda Norte

A EPASKS vive atualmente uma fase de crescimento de rede e de potenciais clientes, num processo de recebimento de infraestruturas. Diretamente relacionados com o crescimento de infraestruturas, estão todos os procedimentos e condicionantes de gestão e operação do sistema de abastecimento de água e, consequentemente, da EPASKS, que terá de se dotar de meios para desempenhar as atribuições e responsabilidades.

4.5. O SAA da Lunda Norte

Província da Lunda Norte

A população total da Província da Lunda Norte era de 862,6 mil habitantes em 2014, de acordo com o Censo de 2014. As projeções populacionais de 2018 elaboradas pelo INE estimam cerca de 972.183 habitantes para 2019. A concentração de pessoas que vivem em áreas urbanas é de cerca de 62,5% para a província.

EPAS da Lunda Norte

A Empresa Pública de Águas e Saneamento da Lunda Norte (EPASLN) foi criada em 2017, pelo Governo de Angola através do Decreto Executivo nº 313/17 de 16 de junho. A Empresa assumiu a responsabilidade do serviço de abastecimento de água e esgotos para a população da província da Lunda Norte.

A EPASLN é a Empresa Provincial de Água e Saneamento da Província da Lunda Norte, e tem personalidade jurídica com autonomia administrativa, financeira, patrimonial e de gestão. Rege-se pela legislação que regulamenta as empresas públicas, o seu estatuto e regulamento, sendo uma entidade de direito privado. O objeto social da EPASLN é gerir e operar sistemas públicos de abastecimento de água, saneamento e a drenagem das águas pluviais. A EPASLN é dependente hierarquicamente, para o exercício do seu objeto social, do MINEA e do Ministro responsável pelo Sector Empresarial do Estado (Ministério da Economia - MINEC).

Estrutura organizacional

A EPASLN adotou o modelo de organigrama convencional com a divisão por áreas técnica e administrativa/financeira com a distribuição dos diversos departamentos a depender de cada um dos dois administradores, com o enquadramento na atividade do Conselho de Administração. O quadro de pessoal da EPASLN inclui 91 funcionários, com a área técnica a abranger dois departamentos e cinco secções, num total de 73 funcionários.

Infraestrutura

O abastecimento de água à cidade do Dundo é parcialmente assegurado por um sistema construído no final do período colonial e posteriormente submetido a várias intervenções de reabilitação, a última das quais em 2011., que incluem: Captação de Mussungue feita numa fonte de água de nascente, Centro de Distribuição de Sachindongo com 2 reservatórios de 2 500 m³ cada e uma estação elevatória; Reservatório de 1 600 m³, designado por “Reservatório Velho Principal”, localizado também em Sachindongo.

Para além do sistema Mussungue, foi recentemente construído um novo sistema de abastecimento de água, com captação no rio Luachimo, para abastecimento à Nova Centralidade (5 000 apartamentos) já construído e com expansão prevista para 20 000, localizado a sudoeste do Dundo. O circuito hidráulico deste sistema é o seguinte: Captação no rio Luachimo com capacidade nominal de 840 m³/h; ETA com capacidade nominal de 20.000 m³/dia, incluindo Coagulação/floculação Sedimentação, 2 decantadores

lamelares; Filtração, 4 filtros de areia; Desinfecção; Estações elevatórias, EE1 e EE2, para distribuir água acima do 5º andar dos prédios. Estão instaladas Adutoras e Rede de Distribuição com cerca de 40 km com diâmetros entre DN63 e DN500 PN10 em PVC e PEAD.

Considerações gerais sobre a Operação e Manutenção (O&M) do SAA da Lunda Norte

A quantidade de água disponível nas linhas de água perto do Dundo constitui uma mais valia deste SAA comparado com a generalidade dos SAA das restantes províncias, contudo as condições em que estes volumes são captados (avarias frequentes nos grupos eletrobomba da captação) e a instabilidade constante das adutoras de água bruta associada ao fenómeno de ravinamento, muito frequente no Leste de Angola, constituem os pontos fracos em termos de O&M.

A ausência de cadastro de ativos e de clientes é um fator limitante para o desenvolvimento da atividade da EPAS. Por outro lado, o SAA apresenta uma situação profundamente deficitária em termos de medição da quantidade de água captada, produzida e distribuída, devido à avaria ou inexistência de medidores de caudal na generalidade da infraestrutura, o que transforma a O&M num exercício meramente reativo a avarias.

Em termos de parque dinâmico, os ativos físicos, nomeadamente equipamentos eletromecânicos e instrumentação apresentam vários problemas que originam uma indisponibilidade elevada dos equipamentos para a produção e distribuição de água no SAA do Dundo.

4.6. O SAA da Lunda Sul

Província da Lunda Sul

De acordo com os dados de projeção da população para a província da Lunda-Sul, realizado pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) de Angola, em 2018 existia o total de 609 851 habitantes, divididos pelos 4 Municípios da província. Ainda segundo os resultados do Recenseamento Geral da População e habitação de dezembro de 2016, somente 28% tinham acesso a fontes seguras de água na província da Lunda Sul, considerando de acordo com esta publicação como fonte apropriada de água, a rede pública de distribuição, chafariz, furo, poço ou nascente protegida.

EPAS da Lunda Sul

A EPASLUNDA-SUL, E.P. foi criada em 16 de junho de 2017 de acordo com o Decreto Executivo Conjunto nº 312/17, com um Capital Estatutário de 10.000.000,00 de kwanzas, representado pelo seu património, composto por obras e bens, instalações e equipamentos e acessórios afetos aos sistemas públicos de abastecimento de água e de saneamento. O Conselho de Administração é composto pelo Presidente e dois administradores (para a área financeira e administrativa e para a área técnica).

Estrutura organizacional

A EPASLS-E.P. dispõe de 48 trabalhadores. A EPASLS-E.P. tem vindo a funcionar com base numa estrutura organizacional básica que carece de formalização, mas que na prática é composta pelas áreas financeira e administrativa (que acumula a comercial e os recursos humanos) e a técnica (tem sob a sua responsabilidade a produção de água, o controlo da qualidade de água, a distribuição e operação da rede pública e a manutenção dos sistemas, equipamentos e infraestruturas).

Infraestrutura

O sistema de abastecimento de água à Cidade de Saurimo é composto pela Captação no Rio Chicapa, ETA do Chicapa, Estação Elevatória do Chicapa, rede de adução, Centro de distribuição de Água (CDA) e uma rede de distribuição, que se encontra sectorizada em 3 partes (Zona Alta, Zona Baixa e Sassamba).

A captação de água bruta no Rio Chicapa é realizada com recurso a uma estação de bombagem constituída por três grupos eletrobombas. O tratamento da água captada é realizado na Estação de Tratamento de Água (ETA) composta por dois módulos de capacidade unitária de 250 m³/h, onde se realizam os seguintes processos e operações unitárias: pré-oxidação, coagulação/floculação com o Sulfato de Alumínio, decantação, filtração e desinfecção final por hipoclorito de cálcio.

Na ETA do Chicapa existe também um reservatório de 400 m³ e uma estação elevatória composta por 3 bombas, além de uma diversidade de equipamentos eletromecânicos. Esta estação de bombagem transfere a água para o Centro de Distribuição de Água, no centro de Saurimo, através de um sistema de adução de 7,5 km de comprimento, constituído por tubagens em ferro fundido DN300 PN16 e PEAD DN315 PN16. No CDA existem dois reservatórios (um apoiado de 5.000 m³ e outro elevado de 250 m³, de capacidade) destinados à distribuição de água tratada à população de Saurimo, considerando as três zonas anteriormente referidas. A rede pública de distribuição de água de Saurimo tem uma extensão de 76 km em PVC, com diâmetros de DN63 a DN400 PN10.

Considerações gerais sobre a Operação e Manutenção (O&M) do SAA da Lunda Sul

O SAA de Saurimo apresenta fortes perturbações no seu funcionamento diário, decorrentes de uma rede de distribuição longa, sem cadastro e sujeita a atos de vandalismo e utilização indevida por parte de alguns elementos da população e com um modelo de exploração a necessitar de ser adaptado, atividade que a AT irá desenvolver no âmbito do seu contrato.

Aos aspetos referidos adicionam-se uma conduta adutora com capacidade de transporte muito limitada, em função do diâmetro da mesma e das condições de exploração da estação elevatória. Os problemas de alimentação elétrica e a ausência de proteções elétricas é um fator de elevada perturbação na O&M do SAA.

O SAA apresenta uma situação profundamente deficitária em termos de medição da quantidade de água captada, produzida e distribuída, devido à avaria ou inexistência de medidores de caudal na

generalidade da infraestrutura. O facto de não ser possível medir a quantidade de água, não invalida que as estimativas realizadas apontem para um valor das perdas de água muito elevado.

De uma forma geral, os ativos físicos, nomeadamente equipamentos eletromecânicos e instrumentação apresentam vários problemas que originam uma indisponibilidade elevada dos equipamentos para a produção e distribuição de água.

5. Resultados e Discussão

5.1. Questionários

Como referido no capítulo 4.1 foi elaborado um Questionário para identificação das práticas de organização e Gestão da Manutenção adotadas pelas empresas do Sector das Águas em Angola, relativamente às suas infraestruturas de Captação, Tratamento e Distribuição de Água, com foco nas empresas alvo dos Casos de Estudo, mas que poderá ser alargado às restantes entidades gestoras de águas de Angola.

Procurou-se, sempre que possível, que o questionário fosse preenchido por pessoas ligadas à área de manutenção da Empresa ou da Assistência Técnica para Capacitação, Operação e Manutenção (AT-2/DNA ou equivalente). O questionário de doze questões foi adaptado de um questionário mais completo com cerca de quarenta perguntas desenvolvido para um universo de empresas com graus de desenvolvimento e maturidade mais avançados na área da manutenção (Oliveira, 2017).

A estrutura do questionário incluiu quatro secções: Secção 1 com Informação Geral, Secção 2 com questões sobre Gestão da Manutenção na qual se identificaram as técnicas, estratégias e ferramentas de gestão utilizadas pelo departamento ou serviço de Manutenção, na Secção 3 pretendeu-se identificar o grau de utilização de indicadores de desempenho no âmbito da gestão da manutenção e finalmente a Secção 4 se procurou identificar o grau de organização e planeamento da manutenção nas entidades gestoras, através dos procedimentos e planos de manutenção. O Questionário entregue a dezanove participantes apresenta-se no Anexo 1.

As respostas dos questionários foram discutidas com os participantes nesta pesquisa, nas várias sessões de trabalho e reuniões que decorreram ao longo dos primeiros seis meses dos contratos de Assistência Técnica às EPAS do Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul. Posteriormente os dados obtidos foram aferidos, para retirar alguma subjetividade às respostas, sem contudo desperdiçar as informações recolhidas durante as sessões de trabalho, em que se discutiram os conceitos e as abordagens a cada temática. Finalmente os dados foram trabalhados de uma forma expedita, em termos estatísticos para que se obtenha um quadro de referência da situação atual da Manutenção das EPAS e o estado de maturidade para poder evoluir para a Gestão da Manutenção a caminho da Gestão de Ativos.

Os resultados obtidos do tratamento das respostas do questionário encontram-se sintetizados entre a Tabela 7 e a Tabela 12, e que se apresentam em detalhe no Anexo 2

Tabela 7- Resultados das questões Q1 e Q2 do questionário

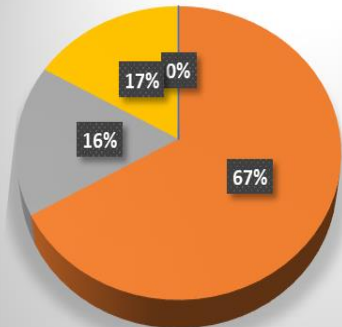
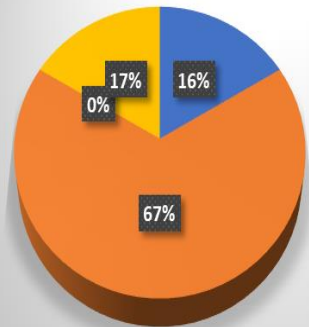
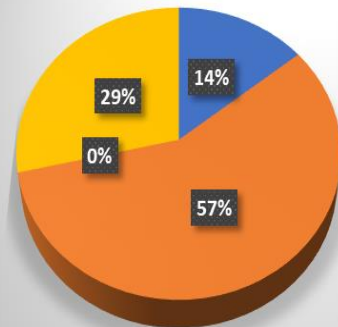
EPAS Cuanza Sul	EPAS Lunda Norte	EPAS Lunda Sul																														
Q1-Qual o cargo na empresa?																																
 <table><tr><th>Cargo</th><th>Porcentagem</th></tr><tr><td>Administrador da área Técnica</td><td>0%</td></tr><tr><td>Consultor (AT-2)</td><td>67%</td></tr><tr><td>Chefe de Manutenção</td><td>16%</td></tr><tr><td>Técnico de Manutenção</td><td>17%</td></tr></table>	Cargo	Porcentagem	Administrador da área Técnica	0%	Consultor (AT-2)	67%	Chefe de Manutenção	16%	Técnico de Manutenção	17%	 <table><tr><th>Cargo</th><th>Porcentagem</th></tr><tr><td>Administrador da área Técnica</td><td>16%</td></tr><tr><td>Consultor (AT-2)</td><td>67%</td></tr><tr><td>Chefe de Manutenção</td><td>0%</td></tr><tr><td>Técnico de Manutenção</td><td>17%</td></tr></table>	Cargo	Porcentagem	Administrador da área Técnica	16%	Consultor (AT-2)	67%	Chefe de Manutenção	0%	Técnico de Manutenção	17%	 <table><tr><th>Cargo</th><th>Porcentagem</th></tr><tr><td>Administrador da área Técnica</td><td>14%</td></tr><tr><td>Consultor (AT-2)</td><td>57%</td></tr><tr><td>Chefe de Manutenção</td><td>0%</td></tr><tr><td>Técnico de Manutenção</td><td>29%</td></tr></table>	Cargo	Porcentagem	Administrador da área Técnica	14%	Consultor (AT-2)	57%	Chefe de Manutenção	0%	Técnico de Manutenção	29%
Cargo	Porcentagem																															
Administrador da área Técnica	0%																															
Consultor (AT-2)	67%																															
Chefe de Manutenção	16%																															
Técnico de Manutenção	17%																															
Cargo	Porcentagem																															
Administrador da área Técnica	16%																															
Consultor (AT-2)	67%																															
Chefe de Manutenção	0%																															
Técnico de Manutenção	17%																															
Cargo	Porcentagem																															
Administrador da área Técnica	14%																															
Consultor (AT-2)	57%																															
Chefe de Manutenção	0%																															
Técnico de Manutenção	29%																															
Q2-A empresa tem área de Manutenção organizada (em Departamento ou Secção)?																																
Todos os técnicos que responderam aos Questionário consideram que a área da Manutenção existe nas três EPAS, na forma de seção, departamento, serviço ou grupo.																																

Tabela 8 - Resultados das questões Q3 e Q4 do questionário

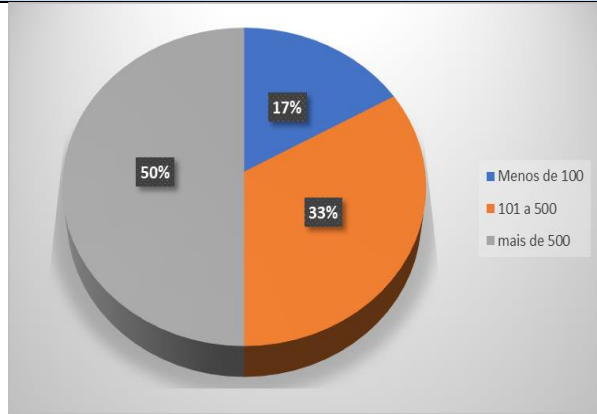
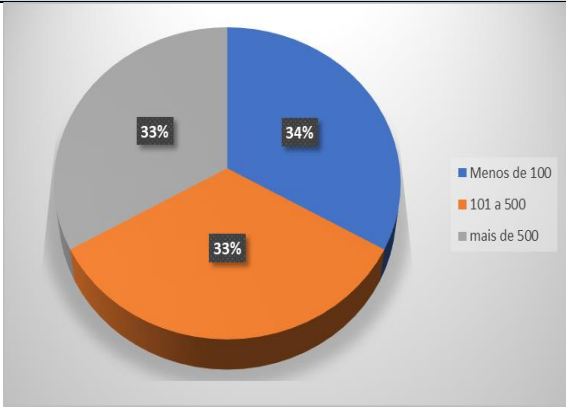
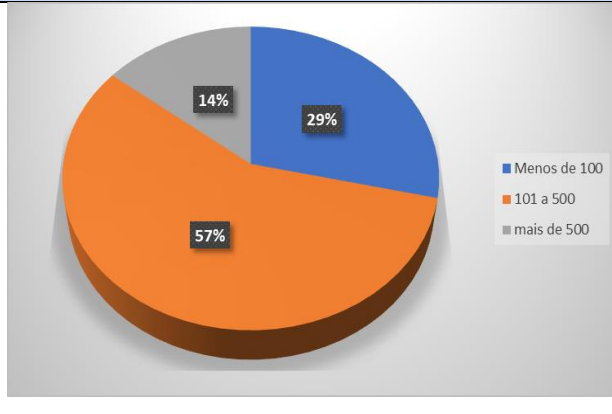
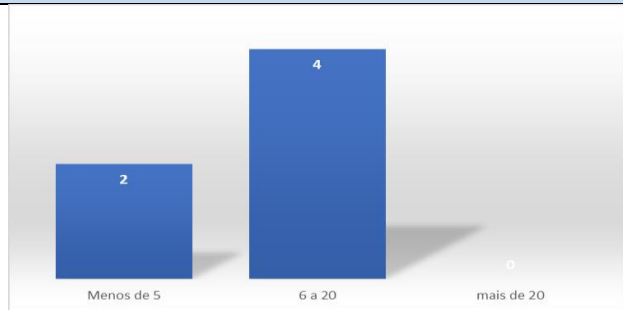
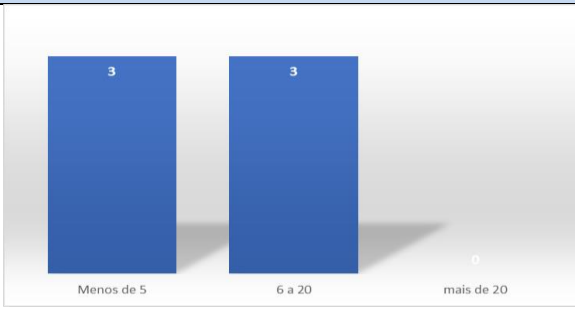
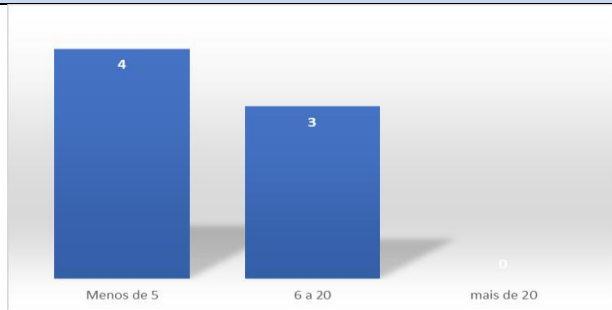
EPAS Cuanza Sul	EPAS Lunda Norte	EPAS Lunda Sul																								
Q3-Qual o número de equipamentos que a empresa possui objeto de manutenção?																										
 <table><tr><th>Intervalo</th><th>Porcentagem</th></tr><tr><td>Menos de 100</td><td>17%</td></tr><tr><td>101 a 500</td><td>33%</td></tr><tr><td>mais de 500</td><td>50%</td></tr></table>	Intervalo	Porcentagem	Menos de 100	17%	101 a 500	33%	mais de 500	50%	 <table><tr><th>Intervalo</th><th>Porcentagem</th></tr><tr><td>Menos de 100</td><td>34%</td></tr><tr><td>101 a 500</td><td>33%</td></tr><tr><td>mais de 500</td><td>33%</td></tr></table>	Intervalo	Porcentagem	Menos de 100	34%	101 a 500	33%	mais de 500	33%	 <table><tr><th>Intervalo</th><th>Porcentagem</th></tr><tr><td>Menos de 100</td><td>29%</td></tr><tr><td>101 a 500</td><td>57%</td></tr><tr><td>mais de 500</td><td>14%</td></tr></table>	Intervalo	Porcentagem	Menos de 100	29%	101 a 500	57%	mais de 500	14%
Intervalo	Porcentagem																									
Menos de 100	17%																									
101 a 500	33%																									
mais de 500	50%																									
Intervalo	Porcentagem																									
Menos de 100	34%																									
101 a 500	33%																									
mais de 500	33%																									
Intervalo	Porcentagem																									
Menos de 100	29%																									
101 a 500	57%																									
mais de 500	14%																									
Comentário: Os objetivos desta questão são: saber se existe um conhecimento generalizado do universo de objetos de manutenção e verificar se essa informação está sistematizada e consensualizada.																										
Q4-Indique o número de membros da equipa de manutenção da empresa:																										
 <table><tr><th>Intervalo</th><th>Quantidade</th></tr><tr><td>Menos de 5</td><td>2</td></tr><tr><td>6 a 20</td><td>4</td></tr><tr><td>mais de 20</td><td>0</td></tr></table>	Intervalo	Quantidade	Menos de 5	2	6 a 20	4	mais de 20	0	 <table><tr><th>Intervalo</th><th>Quantidade</th></tr><tr><td>Menos de 5</td><td>3</td></tr><tr><td>6 a 20</td><td>3</td></tr><tr><td>mais de 20</td><td>0</td></tr></table>	Intervalo	Quantidade	Menos de 5	3	6 a 20	3	mais de 20	0	 <table><tr><th>Intervalo</th><th>Quantidade</th></tr><tr><td>Menos de 5</td><td>4</td></tr><tr><td>6 a 20</td><td>3</td></tr><tr><td>mais de 20</td><td>0</td></tr></table>	Intervalo	Quantidade	Menos de 5	4	6 a 20	3	mais de 20	0
Intervalo	Quantidade																									
Menos de 5	2																									
6 a 20	4																									
mais de 20	0																									
Intervalo	Quantidade																									
Menos de 5	3																									
6 a 20	3																									
mais de 20	0																									
Intervalo	Quantidade																									
Menos de 5	4																									
6 a 20	3																									
mais de 20	0																									
Comentários: Novamente, respostas diferentes para um tema que deveria ser consensual, permitem avaliar qual o conceito de equipa de Manutenção que predomina: Manutenção sinónimo de manutenção eletromecânica ou sinónimo de manutenção eletromecânica + manutenção de rede?																										

Tabela 9 - Resultados das questões Q5 e Q6 do questionário

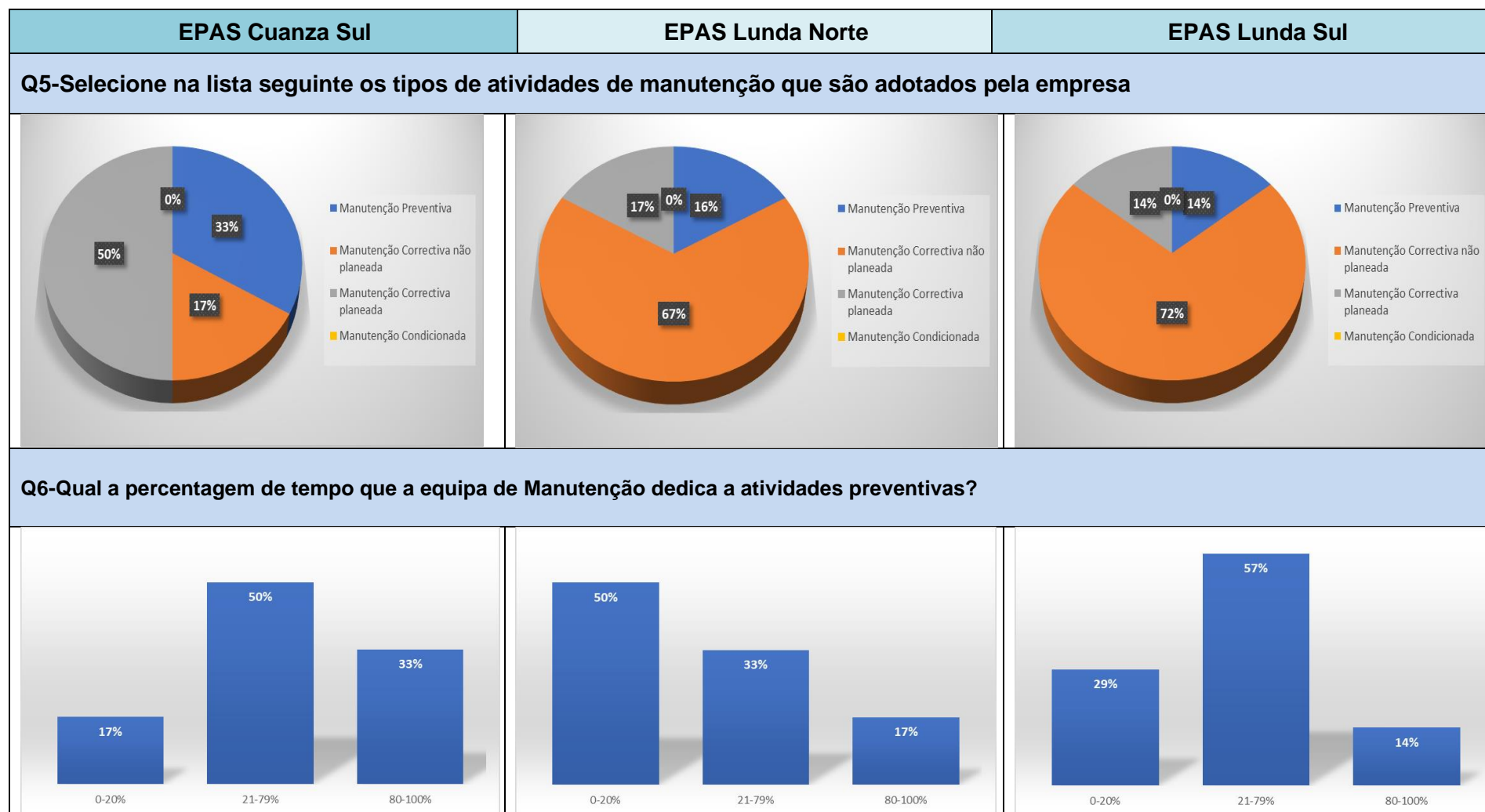


Tabela 10 - Resultados das questões Q7 e Q8 do questionário

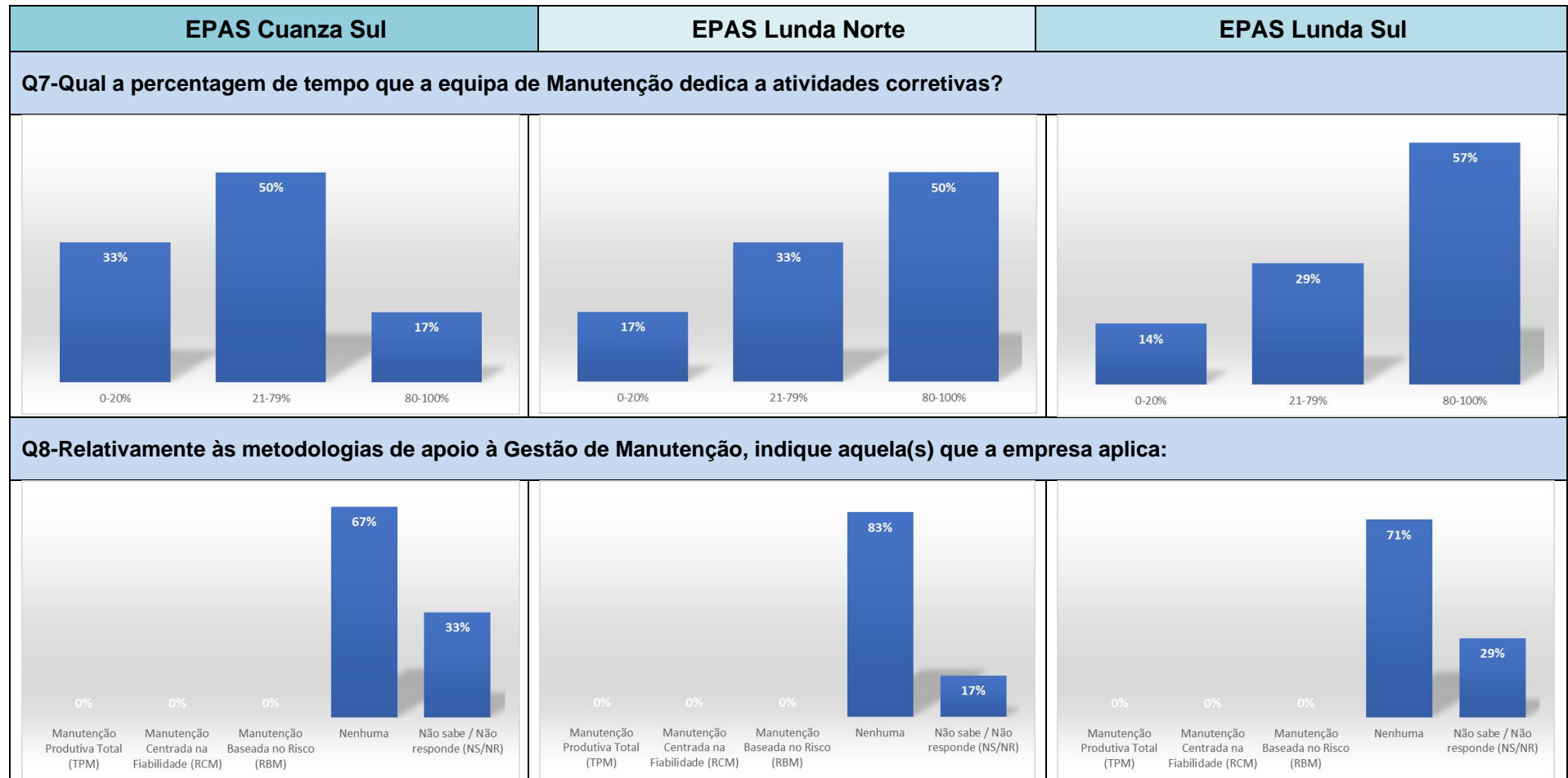
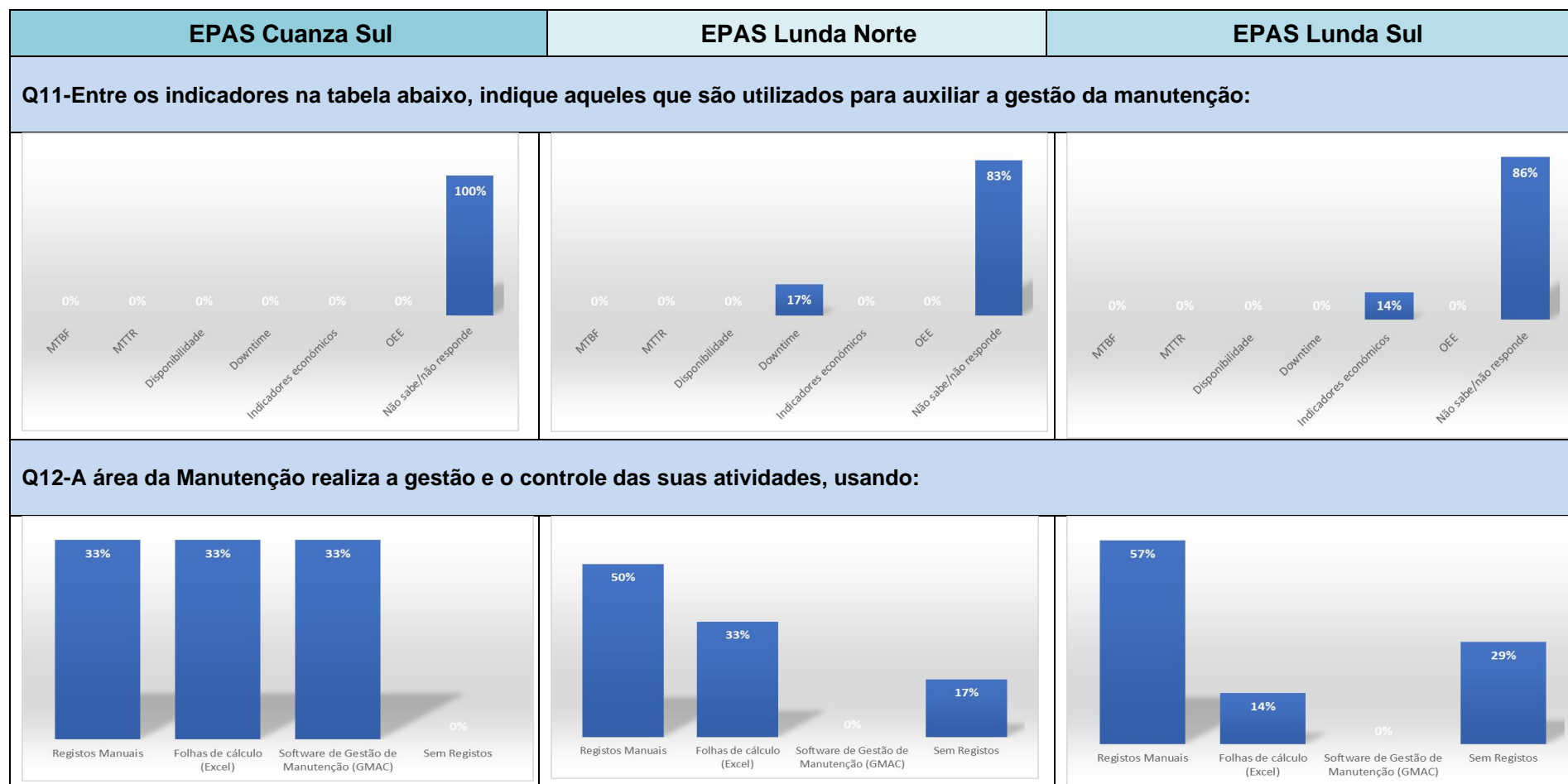


Tabela 11 - Resultados das questões Q9 e Q10 do questionário

EPAS Cuanza Sul	EPAS Lunda Norte	EPAS Lunda Sul																																																						
Q9-Indique quais os constrangimentos que a Manutenção enfrenta diariamente:																																																								
<table><thead><tr><th>Constrangimento</th><th>Porcentagem</th></tr></thead><tbody><tr><td>Orçamento limitado</td><td>17%</td></tr><tr><td>Número de técnicos é insuficiente</td><td>10%</td></tr><tr><td>Falta de formação da equipa</td><td>10%</td></tr><tr><td>Baixa competência da equipa</td><td>7%</td></tr><tr><td>Sistema de gestão de man. inadequado</td><td>7%</td></tr><tr><td>Falta de tempo</td><td>10%</td></tr><tr><td>Stock de peças insuficiente</td><td>23%</td></tr><tr><td>Falta de ferramentas</td><td>17%</td></tr></tbody></table>	Constrangimento	Porcentagem	Orçamento limitado	17%	Número de técnicos é insuficiente	10%	Falta de formação da equipa	10%	Baixa competência da equipa	7%	Sistema de gestão de man. inadequado	7%	Falta de tempo	10%	Stock de peças insuficiente	23%	Falta de ferramentas	17%	<table><thead><tr><th>Constrangimento</th><th>Porcentagem</th></tr></thead><tbody><tr><td>Orçamento limitado</td><td>12%</td></tr><tr><td>Número de técnicos é insuficiente</td><td>9%</td></tr><tr><td>Falta de formação da equipa</td><td>12%</td></tr><tr><td>Baixa competência da equipa</td><td>6%</td></tr><tr><td>Sistema de gestão de man. inadequado</td><td>9%</td></tr><tr><td>Falta de tempo</td><td>12%</td></tr><tr><td>Stock de peças insuficiente</td><td>21%</td></tr><tr><td>Falta de ferramentas</td><td>18%</td></tr></tbody></table>	Constrangimento	Porcentagem	Orçamento limitado	12%	Número de técnicos é insuficiente	9%	Falta de formação da equipa	12%	Baixa competência da equipa	6%	Sistema de gestão de man. inadequado	9%	Falta de tempo	12%	Stock de peças insuficiente	21%	Falta de ferramentas	18%	<table><thead><tr><th>Constrangimento</th><th>Porcentagem</th></tr></thead><tbody><tr><td>Orçamento limitado</td><td>14%</td></tr><tr><td>Número de técnicos é insuficiente</td><td>6%</td></tr><tr><td>Falta de formação da equipa</td><td>11%</td></tr><tr><td>Baixa competência da equipa</td><td>9%</td></tr><tr><td>Sistema de gestão de man. inadequado</td><td>9%</td></tr><tr><td>Falta de tempo</td><td>11%</td></tr><tr><td>Stock de peças insuficiente</td><td>20%</td></tr><tr><td>Falta de ferramentas</td><td>20%</td></tr></tbody></table>	Constrangimento	Porcentagem	Orçamento limitado	14%	Número de técnicos é insuficiente	6%	Falta de formação da equipa	11%	Baixa competência da equipa	9%	Sistema de gestão de man. inadequado	9%	Falta de tempo	11%	Stock de peças insuficiente	20%	Falta de ferramentas	20%
Constrangimento	Porcentagem																																																							
Orçamento limitado	17%																																																							
Número de técnicos é insuficiente	10%																																																							
Falta de formação da equipa	10%																																																							
Baixa competência da equipa	7%																																																							
Sistema de gestão de man. inadequado	7%																																																							
Falta de tempo	10%																																																							
Stock de peças insuficiente	23%																																																							
Falta de ferramentas	17%																																																							
Constrangimento	Porcentagem																																																							
Orçamento limitado	12%																																																							
Número de técnicos é insuficiente	9%																																																							
Falta de formação da equipa	12%																																																							
Baixa competência da equipa	6%																																																							
Sistema de gestão de man. inadequado	9%																																																							
Falta de tempo	12%																																																							
Stock de peças insuficiente	21%																																																							
Falta de ferramentas	18%																																																							
Constrangimento	Porcentagem																																																							
Orçamento limitado	14%																																																							
Número de técnicos é insuficiente	6%																																																							
Falta de formação da equipa	11%																																																							
Baixa competência da equipa	9%																																																							
Sistema de gestão de man. inadequado	9%																																																							
Falta de tempo	11%																																																							
Stock de peças insuficiente	20%																																																							
Falta de ferramentas	20%																																																							
Q10-O desempenho da área de manutenção é gerido com base em indicadores de desempenho?																																																								
<table><thead><tr><th>Resposta</th><th>Porcentagem</th></tr></thead><tbody><tr><td>Sim</td><td>0%</td></tr><tr><td>Não</td><td>67%</td></tr><tr><td>Não sabe/não responde</td><td>33%</td></tr></tbody></table>	Resposta	Porcentagem	Sim	0%	Não	67%	Não sabe/não responde	33%	<table><thead><tr><th>Resposta</th><th>Porcentagem</th></tr></thead><tbody><tr><td>Sim</td><td>17%</td></tr><tr><td>Não</td><td>33%</td></tr><tr><td>Não sabe/não responde</td><td>50%</td></tr></tbody></table>	Resposta	Porcentagem	Sim	17%	Não	33%	Não sabe/não responde	50%	<table><thead><tr><th>Resposta</th><th>Porcentagem</th></tr></thead><tbody><tr><td>Sim</td><td>14%</td></tr><tr><td>Não</td><td>29%</td></tr><tr><td>Não sabe/não responde</td><td>57%</td></tr></tbody></table>	Resposta	Porcentagem	Sim	14%	Não	29%	Não sabe/não responde	57%																														
Resposta	Porcentagem																																																							
Sim	0%																																																							
Não	67%																																																							
Não sabe/não responde	33%																																																							
Resposta	Porcentagem																																																							
Sim	17%																																																							
Não	33%																																																							
Não sabe/não responde	50%																																																							
Resposta	Porcentagem																																																							
Sim	14%																																																							
Não	29%																																																							
Não sabe/não responde	57%																																																							

Tabela 12 - Resultados das questões Q11 e Q12 do questionário



5.2. Discussão dos resultados dos inquéritos

Dos resultados das respostas dos dezanove inquiridos às doze questões colocadas, é possível obter resultados tangíveis e simultaneamente identificar pistas sobre o estado da arte da manutenção nos SAA, bem como avaliar a propensão destas organizações para a mudança, por parte dos inquiridos e das respetivas organizações.

A questão número um teve como objetivo a caracterização das funções desempenhadas por cada um dos inquiridos nos SAA de Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul. Constata-se a respostas dos administradores da área Técnica de duas das empresas, sendo que o lugar de administrador da área técnica da EPAS do Cuanza Sul não foi preenchido após a demissão do anterior titular. Dos dezanove inquiridos, doze integram as AT-2 que têm como missão a capacitação para a gestão, operação e manutenção das EPAS e pretendeu-se com a inclusão destes elementos na lista dos inquiridos, obter uma visão destes técnicos recém-chegados (6 meses) sobre a realidade da manutenção nos respetivos SAA. Estes doze técnicos são os peritos da Operação da Rede (K2), da Produção de Água (K3), da Manutenção Mecânica (K5) e da Manutenção Elétrica (K6).

Através da resposta à questão dois, é possível a constatação de que todos os inquiridos consideram que a empresa “tem manutenção”, embora esta situação se apresente de diversas formas em cada uma das entidades gestoras, nuns casos na forma de departamento, noutros na forma de equipa ou secção. Foi possível identificar a existência de uma abordagem e de procedimentos de manutenção mais consolidada na EPAS do Cuanza Sul que já foi objeto de uma assistência técnica à gestão no período de 2017 a 2018.

Com a questão número três é possível obter dados diretos e, paralelamente, inferir sobre o entendimento dos inquiridos dos conceitos básicos da manutenção, nomeadamente “objetos de manutenção”. O facto de as respostas variarem de ordem de grandeza (dezenas para centenas) é indicador de que não existe para com este conceito o mesmo entendimento por parte dos diversos intervenientes. O exemplo de um grupo eletrobomba ser um objeto de manutenção para uns e para outros a desagregação deste conjunto levar a uma abordagem de órgãos e mecanismos até ao componente rolamento, por exemplo.

Relativamente à questão quatro é também possível encontrar respostas diferentes que não constituem motivo de inquietação, uma vez que a função manutenção em cada uma das três entidades, está enquadrada na estrutura organizacional de formas distintas: no Cuanza Sul, a manutenção inclui de forma clara a Manutenção Eletromecânica (ETA e EE) e Manutenção de Redes, embora se esteja a alterar o perfil de manutenção de “primeiro escalão”, em que os operadores da ETA podem executar as manutenções mais ligeiras. Nas restantes EPAS, a situação ainda não está tão definida, sendo que, quando se executa uma reparação em sede de manutenção, por vezes se verifica a mobilização de técnicos de outras áreas levando a que a quantificação dos técnicos de manutenção não resulte tão objetiva como seria de esperar. Conclui-se que em nenhuma das três entidades gestoras, a resposta dos inquiridos ultrapassou as vinte pessoas a trabalhar na área da manutenção.

Os resultados das respostas às questões cinco, seis e sete, são ilustrativos da prevalência da manutenção corretiva não planeada relativamente à manutenção preventiva nos SAA das Lundas. No caso do Cuanza Sul, a manutenção que obteve mais respostas é a manutenção preventiva planeada, que decorre de um processo mais elaborado de diagnóstico e de análise de modo de falha, enquanto componentes mais elaboradas do processo de decisão sobre “o que fazer” e “quando fazer”. A manutenção condicionada não obteve qualquer resposta o que nos fornece informação sobre o estado da arte da manutenção nestes três SAA.

Ainda sobre as questões seis e sete, que são as questões mais matematizáveis do questionário, gostaríamos de evidenciar existe coerência nos resultados obtidos e que a resposta a estas três questões denota a perfeita consciência de que ainda estamos na fase do “partiu, repara” e que o caminho para o aumento da manutenção preventiva em termos de tempo e metodológicos terá de ser percorrido.

As respostas à questão número oito evidenciam o reduzido grau de utilização de metodologias de apoio à gestão da manutenção, bem com a assunção do desconhecimento das metodologias referidas no questionário, com cerca de 70% do total dos inquiridos a revelar que não se utiliza nenhuma e os restantes a assumir que desconhecem. Desta situação resulta a necessidade de se desenvolver um plano de formação e capacitação ao nível da Gestão da Manutenção.

Das oito hipóteses de escolha múltipla que a questão nove apresentou, registámos noventa e sete respostas, uma vez que cada inquirido podia escolher mais do que uma hipótese. Assim, os principais constrangimentos apresentados estão relacionados com a logística da manutenção, nomeadamente a insuficiência de stocks e de ferramentas, com uma percentagem de cerca de 40% das respostas. Com uma percentagem na ordem dos 12 a 17% surge o “orçamento limitado” como constrangimento crítico para a manutenção.

O “número de técnicos insuficiente”, a “falta de tempo” e “sistema de gestão de manutenção inadequado” surgem como principais constrangimentos para cerca de 10% dos inquiridos. Finalmente, as dimensões formação e competência dos técnicos representam a menor fatia de principais constrangimentos, sendo que este resultado poderá ter sido afetado pela utilização do termo “baixa competência” numa das hipóteses de escolha, que poderá ter induzido alguma distorção nas respostas.

As duas questões da secção III, ou seja, as questões dez e onze, tornam evidente a não utilização de indicadores de manutenção na gestão das EPAS do Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul. De salientar que a generalidade dos técnicos das EPAS associados à manutenção revela desconhecer a situação da utilização ou não de indicadores de manutenção por parte da sua equipa ou da administração. Por outro lado, as duas respostas positiva à utilização de indicadores de manutenção para a gestão são os indicadores tempo de paragem e custos totais com a manutenção, isto é, os indicadores com menos especificidade de gestão de manutenção.

No que concerne aos “procedimentos e planos de manutenção” a maioria dos inquiridos identificou os registos manuais como os mais frequentes, seguidos dos registos em folhas de cálculo das ausências

de registos. Por último, somente dois dos dezanove inquiridos consideram que a empresa (neste caso a EPAS do Cuanza Sul) utiliza um software de gestão de manutenção.

Das respostas obtidas ao questionário e da posterior análise e aferição, poder-se-á concluir que existe um enorme *déficit* de conhecimento das metodologias de apoio à gestão da manutenção, os procedimentos implementados são incipientes, bem com o respetivo registo e tratamento em termos de sistema de gestão de informação.

As abordagens para o diagnóstico e proposta de soluções das equipas de manutenção são fortemente influenciadas pela intuição (faz-se, fazendo), pela falta de condições logísticas (gestão de stocks, ferramentas), pela ausência de conhecimento e de boas práticas de gestão de manutenção, o que leva a uma certa subalternização da função manutenção nas três EPAS estudadas.

Existem, contudo, sinais animadores para a manutenção nestas entidades gestoras, que decorrem da consciencialização de vários intervenientes para potenciar a manutenção como forte contribuinte operacional e metodológico para a Gestão de Ativos, enquanto vetor fundamental para a sustentabilidade das EPAS.

5.3. Modelo de Maturidade

Como referido, a auscultação das partes envolvidas na função Manutenção nas EPAS de Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul, foi realizada por duas vias:

- o questionário sobre as práticas de manutenção nestas entidades gestoras que incluíram a discussão, que se apresentou nos 5.2 e 5.3;
- o preenchimento da matriz de avaliação do Estado de Maturidade da Manutenção nas EPAS.

O preenchimento da Matriz de Avaliação resulta das entrevistas e reuniões com os Presidentes dos Conselho de Administração das três EPAS e com os Chefes de Equipa das respetivas Assistências Técnicas AT-2, iniciadas em agosto de 2019. Durante este período de tempo foram realizadas várias sessões de trabalho conjuntas, trabalhos no terreno e participação em fóruns com o MINEA, DNA e outras entidades do setor das águas em Angola.

Como referido no capítulo 3.3 o modelo de maturidade adotado como ferramenta para a avaliação do estado da Manutenção e da Gestão de Ativos nos SAA de Angola, levou em consideração características que se enquadram no estágio de desenvolvimento da manutenção no setor das águas em Angola, uma vez que o desafio colocado por esta dissertação é o da mudança de paradigma na gestão dos ativos físicos dos SAA em Angola, potenciando as boas práticas já desenvolvidas noutros países ou em setores equivalentes, nas áreas da manutenção. Adicionalmente, para a adoção do modelo foi considerada a sua capacidade de se adaptar à evolução da área da manutenção no setor das águas nos próximos cinco anos, acompanhando os trabalhos das assistências técnicas às EPAS e à DNA.

Os resultados da aplicação da Matriz de Avaliação com nove classes e três níveis, às EPAS das três empresas estão compilados na Tabela 13.

Tabela 13 - Matriz de avaliação do estado de maturidade

Classe	Nível 1 (N1)	Nível 2 (N2)	Nível 3	EPAS Cuanza Sul	EPAS Lunda Norte	EPAS Lunda Sul
Cultura Organizacional	Mudanças não são bem aceites. Não existe orientação para melhoria contínua e para o trabalho em equipa.	Mudanças são aceites com relutância. Identificada a necessidade de ações para melhoria contínua, mas ainda não adotadas. Limitado trabalho em equipa.		N2	N1	N1
Política de Manutenção	Manutenção é considerada um mal necessário, "reparar depois de avariar".	Reconhece-se a necessidade em atuar de forma preventiva.		N2	N1	N1
Gestão de Desempenho	Não existem indicadores definidos.			N1	N1	N1
Análise de Falhas	Análise de falhas muito rara, realizada quando ocorrem falhas graves			N1	N1	N1
Planeamento da Manutenção Preventiva	Atividades preventivas inexistentes.	Existem planos de Manutenção Preventiva.		N2	N1	N1
CMMS (GMAC)	Não há registo informático de dados da manutenção.	CMMS com poucas funções disponíveis e não integrado com os demais sistemas informáticos da empresa.		N2	N1	N1
Gestão de Stocks (Compras e Inventário)	Não há previsão da aquisição de peças.			N1	N1	N1
Normalização e Controlo dos Documentos	Não existe documentação dos equipamentos ou está desatualizada. Processos e atividades não normalizados.	Documentação de equipamentos e processos não organizada. Alguns processos e atividades normalizados, mas não revistos.		N2	N1	N1
Gestão de Recursos Humanos		Plano de desenvolvimento das competências dos colaboradores de manutenção não alinhado com as necessidades da área.		N2	N2	N2

Dever-se-á realçar que a Matriz de Avaliação tem características iminentemente qualitativas, o que pode não refletir a maior ou menor proximidade de cada EPAS ao nível seguinte. Por outro lado, esta matriz deverá ser entendida como ponto de partida para uma abordagem sistemática e mais detalhada à função manutenção, em função da recetividade de cada EPAS aos processos de gestão da mudança.

Os resultados obtidos das entrevistas e sessões de trabalho com os Presidentes dos Conselho de Administração das três EPAS e com os Chefes de Equipa das respetivas assistências técnicas e compilados na Tabela 13 revelam que nenhuma das três empresas está no nível 3, que é o nível de maturidade mais elevado da Matriz. Podemos ainda constatar que as três empresas estão no nível 2 de maturidade na classe de “Gestão de Recursos Humanos”, fruto de um investimento na promoção da componente RH como fator crítico de sucesso para a capacitação das empresas do setor das águas. Este indicador apresenta algumas especificidades que importa salientar:

- Existe um plano nacional de estágios promovido pela DNA iniciado em 2017 de jovens licenciados, que já permitiu a colocação destes técnicos na DNA, no INRH e nos privados;
- Cada uma das seis AT, financiadas pelo AfDB e que iniciaram em 2019, integram seis estagiários, num total de trinta e seis estagiários;
- A Linha de Crédito da China (LCC) que disponibilizou financiamentos de 1,52 mil milhões de USD, promoveu a entrada de 220 jovens técnicos angolanos na fase de Construção, Operação e Manutenção das empreitadas no setor das águas.

Podemos afirmar que existe uma forte consciencialização de todos sobre a necessidade de capacitar todo este capital humano num setor-chave para a infraestruturação e desenvolvimento de Angola.

Relativamente às classes “Cultura Organizacional”, “Política de Manutenção”, “Planeamento da Manutenção Preventiva”, “CMMS/GMAC (Gestão de Manutenção Assistida por Computador)” e “Normalização e Controlo dos Documentos” a EPAS do Cuanza Sul está no nível 2 enquanto as restantes EPAS estão no nível mais baixo (N1). A razão para esta situação está diretamente relacionada com a presença de uma assistência técnica anterior (2017-2018) que permitiu percorrer um caminho prévio de organização e criação de um ambiente empresarial com algumas boas práticas ao nível da gestão operacional, nomeadamente ao nível da manutenção.

No que concerne às classes “Gestão de Desempenho”, “Análise de Falhas” e “Gestão de Stocks”, as três EPAS apresentam o nível de maturidade mais baixo e deverão ser objeto de uma análise mais pormenorizada para integrar o plano de ação integrada para a melhoria da gestão da manutenção.

Com base nesta caracterização da situação de referência serão desenvolvidas as ações para o compromisso de melhoria na área da Manutenção, alinhadas com a estratégia da empresa, para que se evolua do Nível 1 da maior parte das Classes da matriz, para o Nível 2 nos próximos 12 a 18 meses. Será ainda monitorizada a evolução da manutenção em cada uma das EPAS para desenhar o plano de ações e respetiva calendarização para atingir o Nível 3.

6. Conclusões e Perspetivas de trabalho futuro

6.1. Trabalho desenvolvido

Após o tratamento dos resultados dos questionários e das entrevistas, complementado com informações recolhidas em várias reuniões de natureza mais abrangente decorrentes do trabalho de supervisão e monitorização que a AT-4 está a realizar, é possível caracterizar a situação da Manutenção, atualmente nas três EPAS.

Os resultados mostram que a maioria dos trabalhos de manutenção nos equipamentos de abastecimento de água é realizada apenas quando ocorre uma avaria, sem que durante o processo de reparação se registem ações de análise de modo de falha, nem qualquer outra abordagem estruturada de gestão de manutenção. O ponto de partida neste caminho evolutivo de Reparação > Gestão da Manutenção e Gestão de Ativos, parte em 2019, de uma base muito incipiente, em que a cultura de trabalho é de desenganho, sem potenciar as curvas de aprendizagem vivenciadas. O desenho e a implementação dos processos de adoção de boas práticas, através das lições aprendidas, constitui um desafio enorme.

Dever-se-á adotar um conjunto de soluções resultantes dos casos de sucesso já desenvolvidos noutras áreas geográficas e com desenvolvimento económico e social compatível com a especificidade das características sociais, organizacionais, tecnológicas, sociais e culturais de Angola em geral e do setor das Águas em particular.

Regras de simples implementação e eficazes, na área da manutenção, deverão ser privilegiadas, como por exemplo a regra de 20% do tempo e dos custos para a manutenção corretiva e 80% de tempo e custos para a manutenção preventiva. As práticas resultantes da cultura de trabalho dos 5S são outro dos exemplos que poderão ter um forte contributo para a melhoria das condições da Manutenção nos SAA.

As empresas estudadas continuam a executar as intervenções de manutenção e reparação de avarias em equipamentos de abastecimento de água, lutando com vários constrangimentos, nomeadamente falta de mão de obra capacitada, falta de ferramentas e peças de reposição, falta de tempo e falta de organização nos procedimentos e processos. Estes constrangimentos afetam o abastecimento de água para muitos clientes, originando níveis de serviço muito baixos o que em certos casos leva a impossibilidade de cobrança da água fornecida, com todos os graves impactos na sustentabilidade económica e financeira das EPAS.

O Setor das Águas em Angola vive um período de investimento em Capacitação da Gestão, Operação e Manutenção das entidades gestoras, sem precedentes na história do país. Nos próximos três anos irão coexistir catorze assistências técnicas, em catorze das dezoito províncias. Esta é uma oportunidade única de introduzir na cultura de trabalho das entidades gestoras as melhores práticas de gestão de sistemas sociotécnicos.

6.2. Perspetivas de trabalho futuro

O trabalho agora realizado é somente a ponta de um icebergue gigantesco que representa a capacitação das entidades gestoras de água em Angola, ao nível provincial. Muito trabalho terá de ser planeado e realizado, dos quais destacamos o que se podem considerar as próximas ações que poderão ter o contributo do presente trabalho:

- Revisão do Plano de Monitorização da Manutenção das EPAS do Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul, no âmbito da AT-4;
- Alargar o trabalho agora realizado às restantes quinze EPAS provinciais;
- Agregar contributos para a elaboração da Estratégia de Operação e Manutenção dos Sistemas de Abastecimento de Água (recomendação do 19º Conselho Consultivo do MINEA, 2019);
- Participar na Elaboração do Plano Diretor da Manutenção do Setor das Águas em Angola, alinhado com a Estratégia de O&M dos SAA;
- Contribuir para a sensibilização e preparação da implementação da Gestão de Ativos, enquanto fator crítico de sucesso para o Setor das Águas de Angola.

7. Referências Bibliográficas

- Alegre, H. (2017). *Desenvolvimento e implementação de processos de gestão patrimonial de infraestruturas*. Guia Técnico 21, ERSAR.
- Alegre, H., Coelho, S., & Leitão, J. (2012, Junho 18). *Gestão patrimonial de infra-estruturas em sistemas urbanos de água*.
- Alegre, H., & Covas, D. (2010). *Gestão patrimonial de infra-estruturas de abastecimento de água. Uma abordagem centrada na reabilitação* (Guia Técnico 16, ERSAR, LNEC, IST).
- Almeida, M. C., & Cardoso, M. A. (2010). *Gestão patrimonial de infra-estruturas de drenagem de águas residuais e pluviais—Uma abordagem centrada na reabilitação*. ERSAR.
- Amaral, F. (2016). *Gestão da Manutenção na Indústria*. Lidel.
- Assis, R. (1997). *Manutenção Centrada na Fiabilidade, Economia das Decisões*. Lidel.
- Assis, R. (2004). *Apoio à Decisão em Gestão da Manutenção, Fiabilidade e Manutenibilidade*. Lidel.
- Assis, R. (2014). *Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Ativos Físicos (2ª)*. Lidel.
- Banco Africano de Desenvolvimento. (2003). *The Africa Water Vision for 2025: Equitable and Sustainable Use of Water for Socioeconomic Development*.
- Banco Africano de Desenvolvimento. (2015). *Institucional Support for the Sustainability of Urban Water Supply and Sanitation Service Delivery*.
- Banco Asiático de Desenvolvimento. (2014). *Water Utility Asset Management: A Guide for Development Practitioners*. <https://www.adb.org/documents/water-utility-asset-management-guide-development-practitioners>
- Banco Mundial. (2017). *INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT PROJECT APPRAISAL DOCUMENT (SECOND WATER SECTOR INSTITUTIONAL DEVELOPMENT PROJECT-PDISA II)*.
- Banco Mundial. (2019). *Andres, Luis A., Michael Thibert, Camilo Lombana Cordoba, Alexander V. Danilenko, George Joseph, and Christian Borja-Vega. 2019. "Doing More with Less: Smarter Subsidies for Water Supply and Sanitation." World Bank, Washington, DC.*

- Banco Mundial. (2020). *Revisão dos Quadros Legal e Institucional do Sector da Água em Angola*.
- Baptista, J. M. (2014). *Uma abordagem regulatória integrada (ARIT-ERSAR) para os serviços de águas e resíduos (ERSAR)*.
- British Standards Institution. (2008a). *PAS 55-1. (2008). Asset Management—Part 1: Specification for the optimized management of physical assets*.
- British Standards Institution. (2008b). *PAS 55-2. (2008). Asset Management—Part 2: Guidelines for the application of PAS 55-1*.
- BSI-IAM. (2008). *BSI PAS 55:2008*.
- Cabral, J. (2004). *Organização e Gestão da Manutenção (4ª)*. Lidel.
- Cabral, J. (2006). *Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios (2ª)*. Lidel.
- Comissão Europeia. (2015). *Closing the loop—An EU action plan for the Circular Economy*.
- Cuignet, R. (2006). *Gestão da Manutenção*. Lidel.
- Davis, R. (2015). *An Introduction to Asset Management—IAM*. <https://docplayer.net/4997746-An-introduction-to-asset-management.html>
- DW, UE, MINEA, UNICEF. (2014). *MoGeCA-Modelo de Gestão Comunitária de Água*.
- ERSAR. (2013). *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (2013), Volume 1 – Caraterização geral do setor (ERSAR)*.
- ERSAR. (2019). *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (2019) Volume 1 – Caraterização do setor de águas e resíduos*.
- Frade, J., Serra, A., & Póvoa, C. (2015). *PENSAAR 2020 – Uma nova estratégia para o sector de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais*.
- Harvey, P. A. (2007). Cost determination and sustainable financing for rural water services in sub-Saharan Africa. *Water Policy*, 9(4), 373–391. <https://doi.org/10.2166/wp.2007.012>
- Harvey, P. A., & Reed, R. A. (2007). Community-managed water supplies in Africa: Sustainable or dispensable? *Community Development Journal*, 42(3), 365–378. <https://doi.org/10.1093/cdj/bsl001>
- IAM. (2015). *Asset Management—An anatomy*. The Institute of Asset Management.

INSAAR. (2011). *INSAAR - Relatório de Estado do Abastecimento de Água e do Tratamento de Águas Residuais—Sistemas Públicos Urbanos-2010*.

Instituto Português da Qualidade. (2007). *Norma Portuguesa NP EN 13306:2007. Terminologia da manutenção*.

Instituto Português da Qualidade. (2009a). *Norma Portuguesa NP 4483:2009. Guia para a implementação do sistema de gestão da manutenção*.

Instituto Português da Qualidade. (2009b). *Norma Portuguesa NP EN 15341:2009. Manutenção: Indicadores de desempenho para a manutenção (KPI)*.

Instituto Português da Qualidade. (2016). *Norma Portuguesa NP EN 55000:2016. Gestão de ativos—Visão geral, princípios e terminologia*.

International Organization for Standardization,. (2014a). *ISO 55000 (2014). Asset management—Overview, principles and terminology*.

International Organization for Standardization. (2014b). *ISO 55001. (2014). “Asset management—Management systems – Requirements*.

International Organization for Standardization. (2014c). *ISO 55002. (2014). Asset management—Management systems—Guidelines for the application of ISO 55001*.

Keener, S., Luengo, M., & Banerjee, S. (2010). *Provision of Water to the Poor in Africa- Experience with Water Standposts and the Informal Water Sector*. Banco Mundial.

MEP. (2018). *Plano de Desenvolvimento Nacional 2018-2022*.

MINEA. (2018). *PROGRAMA “ÁGUA PARA TODOS” PLANO DE ACÇÃO – 2018 A 2022*. MINEA, Angola.

Moubray, J. (1997). *Reliability-Centered Maintenance (2ª)*. Industrial Press Inc.

Oliveira, M. A. (2017). *Sistema de gestão da manutenção baseada no grau de maturidade da organização no âmbito da manutenção* [Tese de Doutoramento]. Universidade do Minho.

Pinto, C. (2002). *Organização e Gestão da Manutenção*. Monitor.

Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean* (Lidel).

Qualidade dos Serviços. (sem data). Obtido 24 de Fevereiro de 2020, de <http://www.ersar.pt/pt/consumidor/qualidade-dos-servicos>

- Sobral, J., & Ferreira, L. (2017, Novembro 23). *A importância da Fiabilidade e Manutenção para a Economia Circular*.
- União Africana. (2014). *AGENDA 2063 A África Que Queremos-Plano de Implementação para a Primeira Década—2014-2023*.
- United Nations. (2000). *Millennium Declaration*.
- United Nations. (2015a). *The Millennium Development Goals Report 2015*.
- United Nations. (2015b). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*.
- United Nations. (2019a). *Human Development Indices and Indicators 2018 Statistical Update*.
- United Nations. (2019b). *The Sustainable Development Goals Report 2019*.
- van den Berg, C., & Danilenko, A. (2017). *Performance of Water Utilities in Africa*. Banco Mundial.
- WHO, UNICEF. (2017). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene 2017*. United Nations Children's Fund (UNICEF) and World Health Organization (WHO).
- WHO, UNICEF. (2019). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: Special focus on inequalities*. United Nations Children's Fund (UNICEF) and World Health Organization (WHO).
- Wilderer, P. A. (2004). Applying sustainable water management concepts in rural and urban areas: Some thoughts about reasons, means and needs. *Water Science and Technology*, 49(7), 7–16.
<https://doi.org/10.2166/wst.2004.0403>
- World Economic Forum. (2018). *Relatório de competitividade 2017-2018*.
- Zuin, V., Ortolano, L., & Alvarinho, M. (2011). Water supply services for Africa's urban poor: The role of resale. *IWA Publishing 2011 Journal, Journal of Water and Health* 09.04.2011.

Anexos

Anexo 1

**Questionário de Práticas de Manutenção Adotadas
pelas Empresas do Sector das Águas em Angola
(EPAS Cuanza Sul, Lunda Norte e Lunda Sul).**

PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO ADOPTADAS PELAS EMPRESAS DO SECTOR DAS ÁGUAS EM ANGOLA

QUESTIONÁRIO

O objectivo deste questionário é a identificação das práticas de organização e Gestão da Manutenção adoptadas pelas empresas do Sector das Águas em Angola, relativamente às suas infraestruturas de Captação, Tratamento e Distribuição de Água.

Sempre que possível, este questionário deverá ser preenchido por pessoas ligadas à área de manutenção da Empresa ou da Assistência Técnica para Capacitação, Operação e Manutenção (TA-2/DNA ou equivalente).

(Leia atentamente as informações abaixo e indique aquela que traduz a realidade das atividades de manutenção da empresa).

As respostas serão dadas através do preenchimento da marca:

Exemplo:

☒ ou ☒

Nas questões em que pede a opinião sobre algumas afirmações ou informação sobre o estado das funcionalidades, utilizar a cruz (X) para identificar a resposta ou respostas.

Secção I – Informação Geral

1. Qual o seu cargo na empresa?

- ☐ Administrador da área Técnica ☐ Consultor (AT-2)
☐ Chefe de Manutenção ☐ Técnico de Manutenção

2. A empresa tem área de Manutenção organizada (em Departamento ou Secção)?

- ☐ Sim ☐ Não

3. Qual o número de equipamentos que a empresa possui objecto de manutenção:

- ☐ Menos de 100 ☐ 101 a 500 ☐ mais de 500

Secção II – Gestão da Manutenção

Nesta secção pretende-se identificar as técnicas, estratégias e ferramentas de gestão utilizadas pela Manutenção.

4. Indique o número de membros da equipa de manutenção da empresa

- ☐ Menos de 5 ☐ 6-20 ☐ mais de 20

5. Selecione na lista seguinte os tipos de actividades de manutenção que são adoptados pela empresa

- ☐ Intervenção realizada para evitar a falha ou quebra no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado (Manutenção Preventiva)
- ☐ Manutenção efectuada depois de a falha ocorrer (Manutenção Correctiva não planeada)
- ☐ Manutenção planeada para o momento mais oportuno depois da falha ocorrer (Manutenção Correctiva planeada)
- ☐ Intervenção realizada com base na observação de parâmetros de condição ou desempenho, de forma sistemática (Manutenção Condicionada)

6. Qual a percentagem de tempo que a equipa de Manutenção dedica a actividades preventivas?

- ☐ 0-20%
- ☐ 21-79%
- ☐ 80-100%

7. Qual a percentagem de tempo a equipa de Manutenção dedica a actividades correctivas?

- ☐ 0-20%
- ☐ 21-79%
- ☐ 80-100%

8. Com respeito às metodologias de apoio à Gestão de Manutenção, indique aquela(s) que a empresa aplica (se for necessário, indique mais do que uma opção)

- ☐ Manutenção Produtiva Total (TPM)
- ☐ Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM)
- ☐ Manutenção Baseada no Risco (RBM)
- ☐ Nenhuma
- ☐ Não sabe / Não responde (NS/NR)

9. Na lista de potenciais dificuldades encontradas na área da Manutenção, indique qual, ou quais, reflectem as dificuldades que esta área empresa enfrenta diariamente.

- ☐ Orçamento limitado
- ☐ Número de técnicos é insuficiente
- ☐ Falta de formação da equipa
- ☐ Baixa competência da equipa
- ☐ Sistema de gestão de manutenção inadequado
- ☐ Falta de tempo
- ☐ Stock de peças insuficiente
- ☐ Falta de ferramentas

Secção III – Indicadores para a Manutenção

Nesta secção pretende-se identificar o grau de utilização de indicadores de desempenho no âmbito da gestão da manutenção.

10. O desempenho da área de manutenção é gerido com base em indicadores de desempenho?

- ☐ Sim ☐ Não ☐ Não sabe / Não responde (NS/NR)

11. Entre os indicadores na tabela abaixo, indique aqueles que são utilizados para auxiliar a gestão da manutenção:

- ☐ MTBF (tempo médio entre avarias por equipamento)
☐ MTTR (tempo médio de reparação por equipamento)
☐ Disponibilidade (mede a percentagem de tempo de bom funcionamento em relação ao tempo total)
☐ Downtime (tempo de paragem)
☐ Indicadores económicos (custos totais com manutenção)
☐ OEE (eficiência global do equipamento)
☐ Não sabe / Não responde (NS/NR)

Secção IV – Procedimentos e Planos de Manutenção

Nesta secção pretende-se identificar o grau de organização e planeamento da manutenção na empresa.

12. A área da Manutenção realiza a gestão e o controle das suas actividades, usando:

- ☐ Registos Manuais
☐ Folhas de cálculo (Excel)
☐ Software de Gestão de Manutenção (GMAC)
☐ Sem Registos

Anexo 2

Respostas ao Questionário

ID	Questão	Total Respostas	Cuanza Sul	Lunda Norte	Lunda Sul
Secção I - Informação Geral					
1	Qual o seu cargo na empresa?				
	Administrador da área Técnica	2	0	1	1
	Consultor (AT-2)	12	4	4	4
	Chefe de Manutenção	1	1	0	0
	Técnico de Manutenção	4	1	1	2
2	A empresa tem área de Manutenção organizada (em Departamento ou Secção)?				
	Sim	19	6	6	7
	Não	0	0	0	0
3	Qual o número de equipamentos que a empresa possui objecto de manutenção ?				
	Menos de 100	5	1	2	2
	101 a 500	8	2	2	4
	mais de 500	6	3	2	1
Secção II – Gestão da Manutenção					
4	Indique o número de membros da equipa de manutenção da empresa				
	Menos de 5	9	2	3	4
	6 a 20	10	4	3	3
	mais de 20	0	0	0	0
5	Selecione na lista seguinte os tipos de actividades de manutenção que são adoptados pela empresa				
	Intervenção realizada para evitar a falha ou quebra no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado (Manutenção Preventiva)	4	2	1	1
	Manutenção efectuada depois de a falha ocorrer (Manutenção Correctiva não planeada)	10	1	4	5
	Manutenção planeada para o momento mais oportuno depois da falha ocorrer (Manutenção Correctiva planeada)	5	3	1	1
	Intervenção realizada com base na observação de parâmetros de condição ou desempenho, de forma sistemática (Manutenção Condicionada)	0	0	0	0
6	Qual a percentagem de tempo que a equipa de Manutenção dedica a actividades preventivas?				
	0-20%	6	1	3	2
	21-79%	9	3	2	4
	80-100%	4	2	1	1
7	Qual a percentagem de tempo que a equipa de Manutenção dedica a actividades correctivas?				
	0-20%	4	2	1	1
	21-79%	7	3	2	2
	80-100%	8	1	3	4

ID	Questão	Total Respostas	Cuanza Sul	Lunda Norte	Lunda Sul
8	Relativamente às metodologias de apoio à Gestão de Manutenção, indique aquela(s) que a empresa aplica				
	Manutenção Produtiva Total (TPM)	0	0	0	0
	Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM)	0	0	0	0
	Manutenção Baseada no Risco (RBM)	0	0	0	0
	Nenhuma	14	4	5	5
	Não sabe / Não responde (NS/NR)	5	2	1	2
9	Indique quais os constrangimentos que a Manutenção enfrenta diariamente:				
	Orçamento limitado	14	5	4	5
	Número de técnicos é insuficiente	8	3	3	2
	Falta de formação da equipa	11	3	4	4
	Baixa competência da equipa	7	2	2	3
	Sistema de gestão de manutenção inadequado	10	4	3	3
	Falta de tempo	11	3	4	4
	Stock de peças insuficiente	18	5	6	7
	Falta de ferramentas	18	5	6	7
Secção III – Indicadores para a Manutenção					
10	O desempenho da área de manutenção é gerido com base em indicadores de desempenho?				
	Sim	2	0	1	1
	Não	8	4	2	2
	Não sabe/não responde	9	2	3	4
11	Entre os indicadores na tabela abaixo, indique aqueles que são utilizados para auxiliar a gestão da manutenção:				
	MTBF (tempo médio entre falhas por equipamento)	0	0	0	0
	MTTR (tempo médio de reparação por equipamento)	0	0	0	0
	Disponibilidade (mede a percentagem de tempo com bom funcionamento em relação ao	0	0	0	0
	Downtime (tempo de paragem)	1	0	1	0
	Indicadores económicos (custos totais com manutenção)	1	0	0	1
	OEE (eficiência global do equipamento)	0	0	0	0
	Não sabe/não responde	17	6	5	6
Secção IV – Procedimentos e Planos de Manutenção					
12	A área da Manutenção realiza a gestão e o controle das suas actividades, usando:				
	Registos Manuais	9	2	3	4
	Folhas de cálculo (Excel)	5	2	2	1
	Software de Gestão de Manutenção (GMAC)	2	2	0	0
	Sem Registos	3	0	1	2